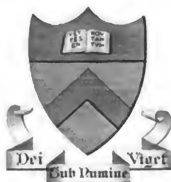

32101 049474172


Dei
Sub Numine
Viget

Angewandte

Baukunde des Ingenieurs.

Der Straßen- und Eisenbahnbau in seinem ganzen Umfange und mit besonderer Rücksicht auf die neuesten Constructionen.

½ Thaler

Ein Leitfaden

zu

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte für Wasser- und Straßenbau-Ingenieure und andere Techniker

von

M. Becker,

Ingenieur und Professor des Wasser- und Straßenbaues an der Großherzogl. polytechnischen Schule zu Carlsruhe.

Mit Atlas

enthaltend:

31 gravirte Tafeln in gr. Folio.

Stuttgart.

Carl Mäcken, Verlagsbuchhandlung.

1855.

Schnellpressendruck der Buchdruckerei von J. G. Mäcken Sohn in Reutlingen.

Vorrede.

In diesem zweiten Theile meiner angewandten Baukunde habe ich den Straßen- und Eisenbahnbau einer nähern Betrachtung unterzogen und für den angehenden Ingenieur dasjenige aus dem Gebiete dieser wichtigen Zweige der Communicationslehre hervorgehoben, was mir brauchbar und zeitgemäß erschien.

Den Straßenbau glaubte ich möglichst kurz fassen zu müssen, weil er einestheils seit Einführung der Eisenbahnen etwas an Wichtigkeit verloren hat, anderntheils aber auch schon sehr umfassend in den verschiedenen Werken über Straßenbau behandelt worden ist.

Desto ausführlicher suchte ich den Eisenbahnbau zu geben und mußte mein Bestreben dahin gerichtet sein, aus dem reichen Material, welches sich seit einer Reihe von Jahren in Büchern und Zeitschriften ansammelte und welches ich durch Selbstanschauung der Eisenbahnen verschiedener Länder, insbesondere derjenigen Englands zu sammeln Gelegenheit hatte, das Wissenswürdigste und Gediegenste, oder besser gesagt, dasjenige von Allem herauszufinden, was sich bis auf die neueste Zeit als anerkannt brauchbar und gut erwiesen hat.

Kein Gegenstand der Technik hat wohl in so kurzer Zeit einen solchen Aufschwung genommen und so vielfache Verbesserungen und Vervollkommnungen erfahren, als gerade der Eisenbahnbau; während allein in Deutschland vor 25 Jahren nur eine kurze Pferdebahn von 8 Meilen Länge existirte, ist nun bereits ein großartiges Netz gelegt, welches eine Gesammtlänge von 1059 Meilen hat, ausschließlich mit Dampfwagen befahren wird und von Jahr zu Jahr an Ausdehnung gewinnt.

Aber auch keine Erfindung hat die Gemüther so sehr beschäftigt als die Combination der beiden großen Erfindungen: Dampfwagen auf Eisenbahnen, zu denen sich noch die genialste aller Erfindungen gesellte, nämlich die der electromagnetischen Telegraphen.

Ganz Europa, sowie Amerika, Asien und Afrika sinnt auf deren Anwendung im ausgedehntesten Maßstabe, und es dürfte die Zeit nicht mehr ferne sein, wo Dampfschiffe und Eisenbahnen die einzigen Communicationsmittel des großen Weltverkehrs der civilisirten Nationen sein werden.

So sehr aber auch die Fortschritte in dem Baue der Eisenbahnen anerkannt werden müssen, und so sehr man auch in den letzten Jahren bemüht war, auf die einheitliche Gestaltung dieser Communicationsmittel hinzuwirken, so bleibt doch noch Manches zu wünschen übrig, und sind gerade in einigen Hauptpunkten die Ansichten der renommirtesten Ingenieure noch sehr verschieden.

Wenn ich es daher versucht habe, den Eisenbahnbau systematisch zu behandeln und in seinen einzelnen Theilen wissenschaftlich zu begründen, sowie in Hauptgrundsätzen dasjenige zu geben, was bei jedem Eisenbahnbau berücksichtigt zu werden verdient, so wollte ich damit einestheils meine Fachgenossen veranlassen, diesen so wichtigen Gegenstand einer noch ausführlicheren Betrachtung zu unterwerfen, anderntheils aber auch meinen Schülern einen Leitfaden an die Hand geben, aus welchem sie in gedrängter Kürze das Wissenswürdigste des Eisenbahnbaues erlernen können.

Möge mir es gelungen sein, mit dieser Arbeit den mir vorgezeichneten Zweck erreicht zu haben. Daß dieselbe in so kurzer Zeit dem Drucke übergeben werden konnte, verdanke ich insbesondere meinem hochgeehrten Herrn Collegen, Baurath F. Keller, welcher mich durch Mittheilung seiner langjährigen Erfahrungen und ausgedehnten Kenntnisse in dem Gebiete des Eisenbahnbaues wesentlich unterstützte, und welchem ich hiermit öffentlich meinen innigen Dank abzustatten mich für verpflichtet fühle.

Carlsruhe, im December 1854.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Erster Abschnitt.

Von den Straßen im Allgemeinen.

Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

Dritter Abschnitt.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

Vierter Abschnitt.

Erd- oder Grundbau der Straßen; Bauart, Entwässerung und Querschnittsform derselben.

Fünfter Abschnitt.

Nöthige Bauten, nützliche Kunstwerke, Verschönerungen und Unterhaltung der Landstraßen.

Sechster Abschnitt.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Bauart.

Siebenter Abschnitt.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

Achter Abschnitt.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

Neunter Abschnitt.

Oberbau.

Zehnter Abschnitt.

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden.

Eilfter Abschnitt.

Geneigte Ebenen und atmosphärische Eisenbahnen.

Atmosphärische Eisenbahnen.

Zwölfter Abschnitt.

Locomotiven und Wagen.

Dreizehnter Abschnitt.

Signale.

Anhang.

Erster Abschnitt.

Von den Straßen im Allgemeinen.

Von den Straßen im Allgemeinen.

§. 1.

Einleitung in den Straßenbau.

Die Vereinigung der Menschen, wenn sie einmal in den Verkehr wechselseitigen Austausches traten, mußte Verbindungswege nothwendig machen, denn wie die verschiedenen Arbeiten der Menschen sich trennten, so daß jede einzelne Familie nicht alle ihre Bedürfnisse selbst sich schaffen konnte, entwickelte sich der Tauschhandel. Aus diesem entstand nach und nach ein Austauschmittel, das Geld, sofort bildeten sich die Gewerbe und in deren weiterer Vervollkommnung das, was wir Industrie nennen. Je mehr sich diese entwickelte, um so weiter verbreitete sich der Verkehr und wenn anfänglich nur die nächsten Nachbarn ihre Bedürfnisse austauschten, so bezog man später gewisse Producte aus andern Theilen der Erde.

Auf welche Art nun auch der Handel und Verkehr betrieben werden, so besteht immer die Nothwendigkeit, Waaren, also gewisse Lästen von einem Orte zum andern zu bringen, und die Einrichtung zu dieser Förderung nennen wir Communicationen oder Verbindungswege. Diese Communicationen können entweder Land- oder Wassercommunicationen sein, und wir begreifen unter den Landcommunicationen alle jene, bei welchen die Lasten von dem natürlichen Boden, unter Wassercommunicationen dagegen jene, bei welchen die Lasten von dem Wasser getragen werden.

Bei den ersteren, welche in dem vorliegenden Werke ausschließlich betrachtet werden sollen, ist die nächste Aufgabe: eine feste ebene Bahn herzustellen, auf welcher die bewegten Fahrzeuge einen möglichst kleinen Widerstand finden. Sie zerfallen in: Straßen und Eisenbahnen.

Unter Straßen verstehen wir Communicationen, welche aus einer Bahn bestehen, die auf ihre ganze Breite auf gleiche Art gebildet ist, so daß die Fahrzeuge nicht gezwungen sind, eine gewisse Spur einzuhalten. Eisenbahnen dagegen nennen wir jene Einrichtungen, bei welchen den Rädern der Fahrzeuge eine bestimmte unveränderliche Spur vorgeschrieben ist, von welcher sie sich nicht entfernen können.

Zu den hauptsächlichsten Mitteln für die Hebung des Wohlstandes und der Civilisation eines Landes gehört unstreitig die Vermehrung der Communicationen

im Allgemeinen, und es kann daher auch das Verhältniß der Länge der Straßen, Eisenbahnen, schiffbaren Flüsse und Kanäle zu dem Gesammtflächeninhalt eines Landes füglich als Anhaltspunkt für die Beurtheilung des relativen Nationalwohlstandes dienen.

Wenn die Communicationen in ihrer Gesammtheit als die wirksamsten Mittel der fortschreitenden Cultur erscheinen, deren Einfluß auf die Erreichung der verschiedenen Zwecke der bürgerlichen Gesellschaft schon vielfältig nachgewiesen wurde, so gehören insbesondere die Landcommunicationen als Straßen und Eisenbahnen zu den Mitteln, wodurch die mannigfaltigen Glieder eines Staates aneinandergeknüpft und Staaten mit Staaten verbunden werden; welche ferner dem Städter die Beifuhr roher Materialien, sowie die Versendung verfertigter Waaren, dem Landmann den Verkauf mühsam erzogener Naturproducte erleichtern und ohne welche endlich Fabriken und Manufacturen nicht emporkommen können. Gegenden, welche keine oder nur schlechte Verbindungswege haben, werden von Reisenden und Fuhrleuten vermieden, es verschwinden für die Bewohner derselben unzählige Vortheile, welche unerläßliche Bedingungen des Wohlstandes sind, von welchem zugleich die Kräfte des Staates abhängen. Diese Vortheile der Landcommunicationen erheben solche zu einem der wichtigsten und nothwendigsten Staatsbedürfnisse, folglich auch den dazu erforderlichen Kostenaufwand zu einer der unumgänglichsten Staatsausgaben, die durch die Beiträge der Unterthanen zur Staatskasse bestritten werden müssen. Die Eisenbahnen, als die bis jetzt vollkommensten Landcommunicationen, werden stets den ersten Rang einnehmen, sie werden in dem allgemeinen System der Communicationen eines Landes die Hauptlinien bilden, nach welchen sich der allgemeine Handelsverkehr hinzieht, nach welchen folglich auch von allen Seiten Zufahrtswege oder Straßen führen müssen. Die Straßen sind daher, obwohl sie an Wichtigkeit etwas verloren haben, seitdem man mit weit größerer Geschwindigkeit auf Eisenbahnen fährt, immer noch sehr wichtige Communicationen; sie müssen den Verkehr zwischen solchen Orten ermöglichen, welche entweder aus technischen oder finanziellen Gründen nicht durch eine Eisenbahn verbunden werden können; sie haben ferner den Zweck, alle nur einigermaßen bedeutende Orte mit einander zu verbinden und diese so wie sämmtliche wichtigere Orte eines Landes mit dem Hauptabsatzweg, der Eisenbahn, zu vereinigen.

§. 2.

Geschichtliches der Straßen.

Der ursprüngliche Verkehr auf dem Lande ging über die rohe Erdrinde, auf kunstlosen Wegen, wie wir sie noch jetzt in uncultivirten Ländern finden. Menschen und Thiere dienten als Transportmittel, und als die zu transportirenden Gegenstände so groß und schwer wurden, daß sie nicht mehr auf diese Weise fortgeschafft werden konnten, erfand man Schleifen oder Schlitten, benutzte Wagen mit Rollen und Rädern. Mit diesen fuhr man anfänglich auf dem gewachsenen Boden, mußte aber bald bemerken, daß die Weichheit und Unebenheit desselben einen bedeutenden Theil der Zugkräfte absorbirte und man ward dadurch auf das Abebnen und

Ausgleichen der Erdoberfläche, sowie auf das Befestigen derselben in der Richtung des Verkehrs geführt, womit der Straßenbau erfunden war.

In denjenigen Staaten und unter solchen Regierungen wird zuerst der Anlage der Kunststraßen gedacht, welchen es nicht so sehr um Beförderung des Verkehrs und Belebung des Handels, als um Behauptung und Vergrößerung ihrer Macht zu thun war.

So sehen wir schon zur Zeit, als die gewaltige Semiramis das Reich der Assyrier beherrschte, und als unter den Persern Männer wie Cyrus und Xerxes auf dem Throne waren, die ersten Wegebauten, von denen die Geschichte berichtet. Diese Anlagen waren umfangreich und kostspielig, wie dieß aus Herodot's Beschreibung der sehr prachtvollen 100 Meilen langen Straße zwischen Susa und Sardes hervorgeht.

Auch in China sind sehr schöne bequeme und große Straßen, die selbst durch die hohen Gebirge und tiefen Thäler führen. Einige davon sind mit Bäumen bepflanzt, andere mit Mauern umgeben, um die angrenzenden Ländereien zu schützen.

In Europa zeichneten sich die Römer hauptsächlich durch die Führung großer Heerstraßen aus. Schon Kaiser Vespasian ließ die Apenninen durchhauen, und Trajan führte, um die appische Straße anzulegen, einen Straßendamm durch die pontinischen Sümpfe. Die Kaiser Adrian, Antonius und Marcus Aurelius wandten gleichfalls auf den Straßenbau ihre besondere Aufmerksamkeit. Die römischen Hauptstraßen waren nicht allein gut angelegt, sondern auch mit allen Bequemlichkeiten und Verschönerungen, wie Meilenzeigern, Ruheplätzen, Aufsteigestufen für Reiter, Badeörtern, Tempeln, Triumphbogen, prächtigen Begräbnissen rc. rc. versehen. Gehen wir auf die neuere Zeit über, so finden wir z. B. in Frankreich im 6. Jahrhundert keine andern Wege als die, welche früher von den Römern angelegt waren. Erst Carl der Große (768—814) ließ die verfallenen italienischen Straßen wieder herstellen und seiner bedeutenden militärischen Unternehmungen wegen neue Heerstraßen bauen. Auch diese geriethen wieder in Verfall und es waren im Allgemeinen die Wege unter Carl VI. (1380—1422) in einem sehr zerfallenen Zustande, da die Einnehmer des Wegegeldes, die großen Landeigenthümer und Mönche sie schlecht unterhielten. Später unter Ludwig XII. fieng man erst wieder an sich mehr um den Straßenbau zu bekümmern, indem man die Einnehmer des Wegegeldes zwang, die Unterhaltung der Straßen und Brücken zu besorgen.

Wenn dieß auch anfänglich nur wenig helfen konnte, so gelang es doch unter den nachfolgenden Regierungen bis zu Ende des 17. Jahrhunderts durch zweckmäßige Gesetze eine gewisse Ordnung sowohl in den Bau als auch in die Unterhaltung der Straßen zu bringen.

Mit Anfang des 18. Jahrhunderts wurden zwar die Straßen wieder wegen des spanischen Erbfolgekriegs vernachläßigt, allein bald nach Beendigung desselben, versuchten unter Ludwig XV. die Intendanten von der Champagne und dem Elsaß den Frohndienst zu dem Bau und der Unterhaltung der Straßen anzuwenden und bewirkten dadurch, daß in 50 Jahren an 5 bis 6000 Lieus Straßen ent-

stunden, darunter jene schön gepflasterten und mit Baumreihen versehenen Straßen, welche noch eine Zierde der nördlichen Provinzen des Landes sind.

Die Straßen waren übrigens keineswegs mit Kunst und Oekonomie angelegt. Als daher der Verkehr im 18. Jahrhundert sich nach und nach vermehrte, sah man die Nothwendigkeit ein, eigene Straßenbauinspektoren anzustellen, welche im Jahre 1791 mit den Ingenieuren des Brücken- und Straßenbaukorps vereinigt wurden.

Zahlreiche Straßenarbeiten wurden unter Napoleon ausgeführt, die jedoch nicht so sehr Förderung der innern Communicationen, als Erleichterung der Kriegsführung mit fremden Staaten zum Zwecke hatten.

In den Jahren 1800—1812 wurden allein auf den Straßenbau 277 Millionen Franks verwendet; die Straße über den Simplon kostete 10 Millionen, über den Mont Cenis 6 Millionen.

Die königlichen, departementalen und communalen Straßen hatten schon im Jahre 1845 eine Gesammtlänge von 200,000 Lieus.

In England wurden, ehe die Römer eindrangen, alle Handelsgegenstände auf Packpferden fortgebracht, und dieses Transportmittel war noch viele Jahrhunderte später das allgemeine. Auch benutzte man hier, so wie in andern Ländern die Flußufer, welche gewöhnlich eine ebene Oberfläche bilden, zur Fahrbahn.

Das erste Gesetz über den Straßenbau scheint vom Jahr 1285 zu sein; es verpflichtete die Landbesitzer die durch ein koupirtes Terrain gehenden Straßen breiter zu machen, damit sie sicherer würden. Weitere Straßengesetze erschienen 1346 unter Eduard III. und später 1547 unter Heinrich VIII. Als der Handel unter Carl VI. (1660—1685) zunahm, und sehr viele Wagen und Packpferde in Bewegung setzte, wurden auf den Haupthandelsstraßen zuerst die Schlagbäume eingeführt, um von den eingegangenen Geldern die Unterhaltungskosten bestreiten zu können. Es entstanden so die Barrièr-Straßen, welche sich später nach und nach vermehrten.

Die öffentlichen Hochstraßen in England waren bis 1763 in einem mittelmäßigen Zustande. Erst nach dem siebenjährigen Kriege entwickelte sich eine seltene Thätigkeit in dieser Beziehung. Eine große Anzahl guter Straßen kam ohne Mitwirkung der Regierung, lediglich durch Privaten in Stand.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts wurde die englische Regierung auf den Zustand der Wege in Hochschottland aufmerksam, es ließ daher die Schatzkammer 1803 eine Recognoscirung in dem mittlern Theile dieses Landes von Mr. Telfort vornehmen, welcher den allgemeinen Plan zu den nöthigen Communicationen für den Handel ausarbeitete und die Ausführung der Arbeiten übernahm.

Im Jahre 1821 waren schon 454,189 L. Sterling angewandt, um Straßen auf eine Strecke von 875 englische Meilen anzulegen und zu verbessern. Die Einwohner des Landes fühlten bald die glücklichen Folgen des Straßenbaues und suchten auf alle Weise die wichtigsten Arbeiten zu fördern und weitere Communicationen zu schaffen.

In Deutschland konnte das benachbarte Frankreich nicht ohne guten Einfluß auf den Straßenbau bleiben, und es haben die deutschen Provinzen am Rheine am frühesten gute Straßen gehabt. Die traurigen Kriege im 17. Jahr-

hundert erlaubten nicht, bedeutende Verbesserungen bei den Communicationen zu machen, doch wurden schon damals in Württemberg, Sachsen und Brandenburg einige Straßen angelegt und ausgebessert. Im 18. Jahrhundert wurden in den deutschen Staaten mehrere Straßenanlagen ausgeführt. In der ersten Hälfte geschah dieß besonders im Württembergischen, in Chursachsen und in Oestreich, wo Carl VI. zwischen Wien und Triest, Wien und Prag und Wien und Linz Straßen anlegen ließ.

Sowohl diese Straßen als die, welche unter Franz I. und Maria Theresia angelegt wurden, waren ohne Sachkenntniß gebaut und sind zum Theil später verbessert worden.

In der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurden mehrere Kunststraßen in Oestreich, Bayern, Braunschweig, Brandenburg, Hannover u. a. O. Deutschlands angelegt. Im östreichischen Staate unterscheidet man: Aerarial-, Provinzial- und Communalstraßen. Die ersteren werden vom Staate, die Provinzialstraßen von provinziellen Fonds und die letzteren von den Gemeinden angelegt und unterhalten.

Im Jahre 1808 gab es in der östreichischen Monarchie erst ungefähr 1000 deutsche Meilen Kunststraßen, während im Jahre 1837 schon über 2200 Meilen Aerarialstraßen und ohnedieß über 7900 Meilen andere Kunststraßen angelegt waren.

In Preußen gab es 1816 nur 523 Meilen, im Jahr 1830 über 900 Meilen und im Jahr 1835 schon gegen 1650 Meilen Kunststraßen; mit Einschluß der Straßen in den Rheinprovinzen hatte dieser Staat im Jahr 1842 über 1750 Meilen Kunststraßen.

Die Wichtigkeit, die an der Mündung der Elbe und der Weser gelegenen bedeutenden Handelsplätze in Verbindung mit dem Innern von Deutschland zu setzen, veranlaßte, daß man schon 1764 bis 1779 einige Kunststraßen in Hannover anfieng und sie bis zum Jahr 1817 mit Eifer fortsetzte. In den Jahren 1817 bis 30 hat man gegen $3^3/_4$ Millionen Thaler auf den Straßenbau verwendet. Die Straßen werden daselbst in Staats-, Land- und Kommunalstraßen eingetheilt. Im Jahr 1817 gab es nur 94, im Jahr 1830 schon gegen 180 und im Jahr 1842 gegen 250 Meilen Staatsstraßen oder Chausséen. Der Frohndienst wurde 1839 aufgehoben.

In Bayern werden die Straßen in Staats-, Kreis- und Distriktsstraßen eingetheilt. Im Jahre 1822 befanden sich daselbst über 800 Meilen Kunststraßen, am Schlusse des Jahres 1825 schon 846 Meilen und gegen Ende 1842 etwa 960 Meilen. Seit 1832 werden alle Staatsstraßen von der Regierung angelegt und 6 Jahre hindurch unterhalten; dann übergibt man sie den verschiedenen Kreisen, worin sie liegen. Der Frohndienst wurde im Jahre 1817 und das Barriègeld im Jahre 1839 aufgehoben.

In Württemberg hatte man im Jahre 1823 nur gegen 280 Meilen, im Jahre 1842 dagegen über 300 Meilen Staatsstraßen.

In Sachsen fanden sich im Jahr 1842 gegen 300 Meilen Staatsstraßen.

In Baden hatte man bis zum Jahr 1842 gegen 275 Meilen Staatsstraßen und 560 Meilen Vicinalwege; bis zum Jahre 1854 finden sich schon gegen 600 Meilen Staatsstraßen.

In Hessen gab es bis zum Jahre 1842 gegen 100 Meilen Staatsstraßen; der Frohndienst ist hier wie auch in den benachbarten Ländern längst aufgehoben worden *).

In den meisten deutschen Staaten wurde erst in diesem Jahrhundert der Straßenbau in die Hände wissenschaftlich und practisch gebildeter Ingenieure gegeben; die Folge davon war, daß die Straßen nicht allein bedeutend besser wurden, sondern auch weniger Geld kosteten, wie früher.

§. 3.

Die Erdoberfläche und deren Straßenbaumaterialien.

Der Straßenbau ist eine theilweise Umgestaltung der Erdoberfläche, eine Veränderung der Lage der sie bildenden mineralischen Massen. Letztere in ihrer ursprünglichen festen Form, als Steine, oder in ihrer Auflösung, als Erden, bilden das Material zur Construction und Unterhaltung der Straßen.

Der Straßenbaumeister hat sich daher vor Allem die Kenntniß der Natur des Erdbodens zu verschaffen und dazu gehört: die Kenntniß der Mineralien oder Oryktognosie, jene ihrer Bestandtheile oder Chemie, jene der auf sie wirkenden Kräfte oder Physik und jene der Gesetze ihrer Verbindung oder Geognosie.

In dem Folgenden soll nur kurz dasjenige aus diesen Theilen der Naturwissenschaften hervorgehoben werden, was zunächst Anwendung auf den Straßenbau findet.

A. Struktur der Erde. Die Erdmasse besteht, so weit wir sie kennen gelernt haben, aus Gesteinen, welche meist von dem Producte ihrer Zerstörung und Auflösung überdeckt sind.

Die Struktur dieser Gesteine ist verschieden. Sie ist entweder:

1) einfach, bei Gesteinen von gleichartiger Masse, reinem Kalk, Gyps, Quarz, Thonschiefer, Steinkohle; oder
2) körnig, bei ineinandergreifenden verschiedenartigen Mineralien, wie beim Granite; oder
3) schiefrig, wenn sich die Masse in Blättern von verschiedener Mineralmasse abtheilt, wie beim Gneiße, Glimmerschiefer u. a. m.,
4) porphyrartig, wenn sich in einer gleichartigen Masse größere eingestreute Krystalle unterscheiden lassen, wie bei den verschiedenen Porphyrarten,
5) mandelsteinartig, wenn sich in einer gleichartigen Masse Blasenräume befinden, die mit irgend einem Mineral angefüllt sind,
6) trümmerartig, wenn aus älteren Gebirgsmassen herrührende Trümmer und Körner durch ein jüngeres Bindemittel in eine Masse vereinigt sind, wie bei der Grauwacke, den Conglomeraten, Brekzien und Sandsteinen.

Die losen Erden, welche über die festen Gebirgsmassen verbreitet vorkommen, sind sämmtlich Theile von aufgelösten oder verwitterten Mineralien, und

*) V. Steenstrup, Leitfaden zur Anlage und Unterhaltung der Landstraßen. Copenhagen 1843.

da die Hauptmasse sämmtlicher Gebirgsarten aus Thon-, Kiesel- und Kalk-Erde besteht, so besteht auch die lose aufliegende Erdmasse aus diesen Bestandtheilen.

B. Durch Naturkräfte erfolgende Veränderungen auf der Erdoberfläche.

a) Wirkungen der Luft.

Diese Wirkungen sind entweder chemisch oder mechanisch. Die Luft besteht bekanntlich aus Stickstoff, Sauerstoff und etwas Kohlenstoff. Diesen bildenden Elementen ist mehr oder weniger Wasserdunst beigemengt, welcher wieder aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht. Alle diese Materien gehen mit den mineralischen und organischen Körpern verschiedenartige Verbindungen ein. Frühere Verbindungen werden dadurch aufgehoben und neue hervorgebracht; nur bilden im Mineralreiche die neuen Verbindungen weit seltener feste Massen, als Zersetzungen, woher es auch kommt, daß die Erdoberfläche mit einer Rinde loser, nicht krystallinisch verbundener Mineraltheilchen, die von zerstörten ältern Gebirgsbildungen herrühren, überlagert ist.

Mechanische Wirkungen werden durch den Wind hervorgebracht; dieser führt die bereits durch andere Kräfte von den festen Massen getrennten Theilchen von einem Ort zum andern. Von besonders großer Wirkung ist der Wind öfters in Ebenen, worin sich größere Massen von Flugsand befinden; dieselben werden zuweilen auf weite Strecken fortgetrieben und bilden Ablagerungen in Form von langen Hügeln.

b) Wirkungen des Wassers.

Auch diese Wirkungen sind entweder chemisch oder mechanisch.

Das Regenwasser, welches rein in den Schooß der Erde eingedrungen, löst darin verschiedene Substanzen auf und tritt mit diesen verbunden als Quelle wieder hervor. Diese immer fortgesetzte Auflösung und Hinwegführung fester Massen muß mit der Zeit gewisse Höhlungen im Innern der Gebirge erzeugen, daher je nach der Beschaffenheit der letzteren die unterirdischen Grotten, welche nicht selten Tropfsteinbildungen zeigen, oder die Einsenkungen des Bodens, welche man so häufig in gebirgigen Gegenden findet. Die mechanische Einwirkung des Wassers auf die Erdoberfläche ist wieder verschieden je nach der Natur des Bodens, der Lage und Mächtigkeit der Erdschichten. Das als Regen herabfallende Wasser dringt zum Theil in die Erdoberfläche ein, zum Theil fließt es auf derselben frei ab. Besteht die obere Erdmasse aus grobem Sande, so wird das Wasser durch die Cohäsion nicht so sehr zurückgehalten wie beim feinen Sande. Es durchdringt daher schnell die ganze Masse und gelangt bis auf die zunächst darunter liegende Erdschichte; kann es hier nicht eindringen, so läuft es auf derselben nach der tiefsten Stelle fort und tritt zuletzt an irgend einer Stelle der Erdoberfläche als Quelle wieder hervor. Beim Thonboden dringt das Wasser nur sehr langsam ein, bei anhaltender Nässe wird die Oberfläche zwar durchdrungen und erweicht, allein ein vollständiges Durchsickern des Wassers findet nicht statt, dasselbe gleitet vielmehr zum größten Theil auf der Oberfläche ab und strömt einer tieferen Stelle zu.

Ganz reiner Thon und reiner Sand finden sich nicht häufig in großen Massen; dagegen kommen beide Bodenarten in unendlich vielen Verhältnissen gemengt vor.

Je mehr Sand dem Thon beigemengt ist, desto schneller wird die Masse vom Wasser durchdrungen und es wird für den Straßenbau dasjenige Mengungsverhältniß das beste sein, wenn blos die Zwischenräume der Sandkörner mit Thon ausgefüllt sind; die Sandkörner dienen unter solchen Verhältnissen während der Erweichung der Thonerde zur wechselseitigen Stütze und beim Erhärten der letztern und Abtrocknen der Masse dient der Thon zum Verbande der Sandkörner. Dieses Mengungsverhältniß, wo sich also die Sandmasse zur Thonmasse wie 53 : 47 verhält, ist somit dasjenige, welches im nassen Zustande nicht weich und im trockenen nicht unzusammenhängend wie der reine Sand ist. Das auf der Erdoberfläche herabziehende Wasser wird von verschiedenem Einflusse auf dieselbe sein, je nach ihrer Neigung und den Bestandtheilen derselben. Je größer die Neigung des Bodens desto bedeutender ist die Geschwindigkeit und die Kraft des Wassers, dasselbe wird somit alle Erdtheile, welche als Unebenheiten des Bodens erscheinen, hinwegführen, wenn sie nicht genügenden Widerstand zu leisten vermögen. Besteht die Wasserbahn aus krystallinischem Gebilde, so findet nicht leicht ein Abreißen und Fortführen einzelner Theile derselben statt. Dasselbe ist bei reinem Thonboden der Fall, da deren Oberfläche sich wohl erweicht und glatt wird, allein den Einwirkungen des bewegten Wassers länger widersteht wie jede andere Erdart. Von der auf der Erdoberfläche lose aufliegenden Erdmasse gilt daher auch die Regel, daß je weniger Thontheile sie beigemengt enthält, desto leichter wird sie vom bewegten Wasser hinweggeführt.

In den Theilen der Erde, in welchen das Wasser durch das Gefrieren aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht, äußert es noch einen andern nachtheiligen Einfluß auf die Veränderung der Erdoberfläche, denn in dem Augenblicke seiner Verwandlung nimmt es einen Raum ein, der sich zu dem seines tropfbarflüssigen Zustandes wie 11 : 9 verhält. Die Zeit des Aufthauens ist daher für einen großen Theil der Erdoberfläche eine Zeit der Auflösung und wenn hier nicht andere Naturkräfte die Erdmassen zusammenhalten, so folgen sie dem Gesetz der Schwere, zu steile oder senkrechte Erdwände stürzen ein und bilden Anhäufungen loser Erdtheile.

Gesellen wir den hier aufgezählten Kräften, wodurch Veränderungen der Erdoberfläche bewirkt werden, noch jene der Vulkane und Erdbeben bei, so werden wir uns beinahe alle Erscheinungen erklären können, die auf derselben vorkommen, wir werden die Ursachen der jetzigen Gestalt derselben auffinden und die Folgen der gegenwärtig wirkenden Kräfte voraussehen lernen. Wir werden aber auch zu der Erkenntniß kommen, daß allenthalben in einiger Tiefe sich festes, zum Straßenbau mehr oder weniger taugliches Gestein vorfindet, daß die aufgeschwemmte Erdmasse in den Thälern und Niederungen am mächtigsten, dagegen auf den Abdachungen der Berge um so weniger mächtig ist, je steiler sie abgeböscht sind, und daß sie ganz verschwindet oder der Felsen zu Tage steht, wenn die Neigung der Abdachungen eine gewisse Grenze erreicht.

C. Steine. Indem man die Erde hauptsächlich zur Bildung des Straßenkörpers verwendet, benützt man die Steine zur Befestigung desjenigen Theils desselben, worauf die Lasten fortbewegt werden sollen. Diese zum Bau und zur

Unterhaltung der Straßen brauchbaren Steine werden entweder aus den Steinbrüchen, Kiesgruben und Flußbetten gewonnen, oder es werden Feldsteine und Gerölle hiezu benutzt.

Als allgemeine Kennzeichen der Güte der Steine zur obern Lage der Straßenfahrbahnen können etwa folgende angesehen werden:

1) Ein dichtes gleichartiges Aussehen des Bruchs;
2) großes specifisches Gewicht;
3) Abwesenheit aller Zerklüftung in den einzelnen Stücken.

Die Schwierigkeit des Zerschlagens kann zwar auch als Kennzeichen der Güte gelten, allein sie gibt keinen genauen Maßstab, weil das dichtere Gestein wegen seiner Sprödigkeit öfters leichter zerspringt, als das minder feste und poröse.

Die für den Straßenbau wichtigen Steinarten sind folgende:

1. Granit. Alle Gattungen des Granits sind zur Grundlage der Steinbahnen geeignet, zu den obersten oder Decklagen jedoch nur diejenigen, welche wenig Feldspath enthalten. Zu Werkstücken so wie zu Pflastersteinen ist nur der feinkörnige, weniger Feldspath enthaltende Granit brauchbar; zu Mauersteinen dagegen kann sein Gefüge gröber sein.

2. Syenit. Dasselbe wie bei dem Granit.

3. Gneis. Dasselbe wie bei dem Granit, nur sind die Werkstücke nicht für Wasserbauten geeignet.

4. Quarzfels. Ist seiner großen Härte und seiner Eigenthümlichkeit von fast keinem Stoffe angegriffen zu werden sehr tauglich zu Grund- und Decklagen der Straßen. Zu Werkstücken und Mauersteinen eignet sich dieses Gestein weniger gut, weil es durchaus keine Schichtung zeigt und daher schwer zu bearbeiten ist.

5. Basalt. Alle Gattungen dieses Gesteins eignen sich zum Straßenbau, besonders sind es aber die dunkelblauen Gattungen, welche ihrer Dichte und Härte wegen zu den Decklagen und Straßenpflaster vorzüglich brauchbar sind. Zu Werkstücken und Mauersteinen dient insbesondere der sog. Höhlenbasalt, da er leichter eine Bearbeitung zuläßt, wie der dichte Basalt.

6. Porphyr. Die Brauchbarkeit des Porphyrs hängt von der Menge des Feldspaths ab, doch sind im Allgemeinen die Porphyre gute Straßenbaumaterialien und können sowohl zur Grund- wie zur Decklage einer Straße verwendet werden. Zu Werkstücken sind sie nicht geeignet.

7. Kalkstein. Alle Kalksteinarten können zu dem Grundpflaster der Straßen angewandt werden, zu den Decklagen dagegen sind nur die härtesten zu empfehlen. Zu Werkstücken eignen sich besonders gut die Marmore, Muschel- und Grobkalke; zu Mauersteinen und Pflasterungen sind außer den genannten Gattungen auch die Uebergangs-, Alpen- und Jurakalke brauchbar.

8. Sandsteine. Alle Sandsteine, mit Ausnahme des Mergelsandsteins, werden zum Bauen verwendet und es eignen sich insbesondere die Kieselsandsteine vorzüglich zu Werkstücken, da sie gute Lager haben, sich leicht bearbeiten lassen und eine innige Verbindung mit dem Mörtel eingehen.

Zu Pflastersteinen sind nur die festern Gattungen mit kieseligem oder eisenhaltigem Bindemittel gut geeignet. Zu dem Grundpflaster der Straßen können

alle Gattungen mit Ausnahme des Thonsandsteins verwendet werden; dagegen sind zu den Decklagen nur die ganz harten quarzigen Sandsteine brauchbar und selbst diese sollen auf frequenten Straßen möglichst vermieden werden.

9. Grauwacke, zu Mauersteinen und Grundpflaster brauchbar, dagegen zu Werkstücken und Decklagen nicht geeignet.

10. Gebrannte Ziegel oder Backsteine sind bei gehöriger Härte und Dichte gute Materialien zum Bauen, können aber nur dann zur Decklage einer Straße verwendet werden, wenn sie die gleiche Härte zeigen wie die holländischen Klinker.

11. Kies. Im aufgeschwemmten Lande und an Flüssen kommen oft große Kieslager vor; die Güte dieses Materials hängt von der Beschaffenheit der einzelnen Kiesstücke ab; sind es dichte Quarze, dichte Kalksteine oder Granite rc., so können sie zum Straßenbau ebenso gut wie die betreffenden Felsarten verwendet werden.

Vorarbeiten.

§. 4.

Von den Hülfsmitteln, Recognoscirungen und Aufnahmen, die nöthig sind, um ein Straßenproject auszuarbeiten.

Da die Kunststraßen besonders angelegt werden, um leichte Communicationen für den Personen- und Waarenverkehr zu schaffen, so muß die Bevölkerung, der Ackerbau, die Industrie und der Handel des Landes berücksichtigt werden, um zu beurtheilen, in wie weit die Anlage einer Straße nützlich und nothwendig werden kann.

Die Lage, der Zustand und der Reichthum des Landes, der Handel und die Industrie der angrenzenden Staaten, die Schifffahrt, die politischen und militärischen Verhältnisse kommen dabei gleichfalls theilweise in Betracht. Die Beurtheilung in diesen Beziehungen ist weniger Sache des Technikers als der Staatsregierung, und es hat sich derselbe in der Regel insbesondere nur damit zu befassen, welche Untersuchungen hauptsächlich vorzunehmen sind, um sowohl eine Straßenlinie, wenn deren Nothwendigkeit einmal dargethan ist, genauer zu bestimmen und ein Project darüber auszuarbeiten, als auch um einen Voranschlag über die Baukosten machen zu können.

1) Um ein größeres Straßenproject bearbeiten zu können, sind vor Allem genaue topographische Karten nöthig.

Auf den sogenannten Generalkarten eines Landes, welche im $^1/_{1200000}$ bis $^1/_{1000000}$ gefertigt sind, können die Hauptstraßen eines Landes nur in ihrer Hauptrichtung angedeutet werden; dieselben können daher nur als Uebersichtskarten und zur Darstellung eines Straßennetzes über ein Land benutzt werden.

Auf Karten, welche im $^1/_{400000}$ bis $^1/_{500000}$ der wahren Größe aufgenommen sind, können alle wichtigen Straßen und trigonometrischen Punkte, welche zur

allgemeinen Beurtheilung einer Straßenanlage erforderlich sind, angedeutet werden, jedoch lassen sich höchstens nur die Hauptrichtungen bestimmen.

Auf den gewöhnlichen Specialkarten in einem Maßstabe von $^1/_{50000}$ bis $^1/_{40000}$ kann man wohl schon die Situation und die einzelnen Oerter bezeichnen, aber keine kleinern Dimensionen als von 30 Meter darstellen; sie reichen daher bei weitem nicht hin, um das Terrain und die verschiedenen Arbeiten, die vorgenommen werden sollen, darzustellen; jedoch ist es schon zulässig, namentlich wenn die Karte mit vielen Höhenpunkten versehen ist, eine Straße mit ihren einzelnen Hauptrichtungen ziemlich bestimmt festzustellen.

Auf den Karten einer Gegend, welche im $^1/_{25000}$ bis $^1/_{20000}$ verzeichnet sind, kann man Gegenstände von 6 bis 15 Meter noch gut abgreifen, und dieselben sind, wenn sie mit Höhenkoten versehen, oder was noch vorzuziehen ist, mit Horizontalkurven aufgenommen wurden, vollkommen entsprechend, um über das Alignement und allgemeinen Gefällsverhältnisse einer Straßentraçe ein sicheres Urtheil zu erlangen und darauf hin annähernde Voranschläge aufzustellen.

Auf Karten, die zwischen $^1/_{10000}$ und $^1/_{5000}$ der wahren Größe aufgenommen sind, und auf denen sich noch Dimensionen von 3 bis 4 Meter abgreifen lassen, können schon die einzelnen Detailarbeiten im Allgemeinen beurtheilt werden, jedoch ist dieser Maßstab für die Anfertigung definitiver Kostenanschläge immer noch zu klein. Erst Situationsplane von $^1/_{2500}$ bis $^1/_{2000}$ bis $^1/_{1000}$ der wahren Größe sind geeignet, um die in denselben eingezeichneten Straßenzüge im Detail zu beurtheilen und in Ausführung zu bringen.

Außer diesen Situationsplanen, die immer nur auf eine gewisse Breite rechts und links von der projectirten Straßenlinie aufgenommen werden, sind noch genauere Aufnahmen des Terrains, auf welchem die Straße angelegt werden soll, erforderlich, um die einzelnen Arbeiten, als den Auf- und Abtrag, den Wasserablauf, die Seitengraben, Durchlässe und Brücken, Futter- und Stützmauern u. dgl. m. bestimmen und berechnen zu können.

2) Wenn gleich das Terrain bisweilen durch die auf dem Plane angegebenen Horizontalkurven ziemlich genau bestimmt ist, so hat man doch, um eine deutliche Uebersicht im Ganzen zu bekommen, Längen- und Quer-Nivellements nöthig, und in dieser Beziehung erscheint es immer angemessen und fast unerläßlich, einen Längendurchschnitt des Terrains und der projectirten Straße nach dem Maßstabe der Situation anzufertigen, jedoch die auf einen beliebig angenommenen Horizont reducirten Höhen und Tiefen in einem Maßstabe, der 20 mal so groß ist, als der des Plans, aufzutragen.

Die Querprofile werden besonders da aufgenommen, wo die Oberfläche des Terrains sich verändert, und wo es in dieser Richtung nicht horizontal ist, gewöhnlich wenigstens auf jede 100 bis 300 Fuß oder 60 bis 180 Meter, und bei großen und schnellen Veränderungen, sowohl in verticaler als horizontaler Richtung selbst bis auf je 6 bis 10 Meter.

In den Querprofilen sind zugleich die Querschnitte der Straße mit Graben rc. anzudeuten.

Endlich werden die sogenannten Kunstarbeiten, Durchlässe, Brücken in einem noch größern Maßstabe zwischen $1/_{200}$ und $1/_{20}$ der wahren Größe gezeichnet, je nachdem nur größere oder kleinere Details dabei vorkommen.

3) Um ein Straßenproject auszuarbeiten, genügt es aber nicht, die Oberfläche des Terrains zu kennen, man muß auch petrographische Untersuchungen anstellen, d. h. den Boden untersuchen, um zu erfahren, in wie weit derselbe für die Anlage fest genug ist und die nöthigen brauchbaren Materialien enthält, oder wo man die fehlenden zu suchen hat. Wo die Straßen über Gebirge und Felsengrund gehen, sind in dieser Beziehung weniger Untersuchungen nöthig, denn da der Grund fest genug ist und die Materialien gewöhnlich hier im Ueberflusse vorhanden, so ist es nur nöthig, die Gebirgsformation so weit zu untersuchen, als es Noth thut, Felsen zu sprengen. Um in dem aufgeschwemmten Boden den Grund kennen zu lernen, und die nöthigen Materialien zu erhalten, können Untersuchungen in bedeutender Tiefe bisweilen nöthig werden und sind geognostische Karten von großem Vortheil.

Ebenso sind hydrographische Untersuchungen unerläßlich, durch welche der Stand des Grundwassers, und wenn Veränderungen bei den stillstehenden oder fließenden Gewässern vorgenommen werden müssen, die Tiefen und Gefälle dieser letztern ausgemittelt werden. Besonders in niedern Gegenden hat man die nöthigen Daten für die Ableitung des Grundwassers aufzunehmen.

4) Um eine zweckmäßige Straßeneinrichtung zwischen gegebenen Punkten zu ermitteln, sind also petrographische, hydrographische und geognostische Vorstudien zu machen und es muß dazu vor Allem eine sorgfältige Recognoscirung der betreffenden Gegend vorgenommen werden.

Erst wenn durch diese Recognoscirung die Hauptpunkte der Straßentraçe festgestellt sind, werden die Vermessungen des Terrains und die Nivellements 2c. eingeleitet.

In gebirgigem Terrain hat sich der Ingenieur zur Ermittlung der Hauptpunkte der Straßentraçe nach den vorhandenen Generalkarten eines Landes zu instruiren, wobei ihm besonders die Richtungen der Wasserscheiden und Thalwege von Bedeutung sind.

Wenn man nämlich einen ziemlich ausgedehnten Landstrich betrachtet, so wird man Gebirgsketten und Gewässer bemerken, und wenn man eine dieser Ketten genau untersucht, so wird man wahrnehmen, daß man auf ihrem Kamme eine Linie ziehen kann, von welcher die Tagewasser theils nach dem einen, theils nach dem andern Abhange hin abfließen. Fließen diese Wasser in zwei verschiedene Flüsse, so heißt die Linie, welche von den Meeresküsten zu beiden Seiten der Flußmündung ausgeht, und diesen Fluß bis zu seiner Quelle hinan vollständig umfaßt, die Wasserscheide.

Der Theil des durch die Wasserscheide umschlossenen Landes heißt Flußgebiet.

Der Fluß folgt nothwendig der Linie, welche durch sämmtliche niederste Punkte des Flußgebiets geht, welche Linie der Thalweg heißt.

Mit den Gebirgsketten, deren Wasserscheiden die Flußgebiete trennen und die man Hauptgebirgsketten nennt, verbinden sich noch andere, welche sekundäre Ketten heißen und deren Wasserscheiden beinahe senkrecht auf der der Hauptkette stehen; und an diese sekundären Ketten schließen sich wieder tertiäre Ketten an, deren Wasserscheiden nahezu senkrecht auf denen der sekundären Ketten stehen und somit parallel mit der der Hauptkette sind.

Zwei benachbarte tertiäre Ketten werden durch einen Thalweg getrennt, der die Wasser der zugehörigen Abhänge in den Thalweg führt, welcher die beiden benachbarten sekundären Ketten trennt, und dieser sekundäre Thalweg führt die Wasser, die dort zusammenfließen, in den Hauptthalweg. In Fig. 1 Taf. I. sind A A und B B 2 Hauptthalwege, D,D sind sekundäre und F,F tertiäre Thalwege; C C ist die Hauptwasserscheide; E,E sind sekundäre und G tertiäre Wasserscheiden; von den Thalwegen F,F gehen wieder andere J,J, von den Wasserscheiden G,G wieder andere H,H u. s. f. Diese Beziehungen, welche zwischen den Thalwegen und den Gebirgsketten bestehen, und die nachfolgenden Betrachtungen können dazu dienen, mit Hülfe einer guten Karte nicht nur die Lage einer Wasserscheide, sondern auch ihren niedersten Punkt, wo man in der Folge die Straßen durchzuführen hat, ohne weitere Vorarbeiten zu bestimmen:

a) Die Wasserscheide einer Gebirgskette ist, ohne weder in horizontaler noch in verticaler Richtung etwas Geometrisches zu haben, doch ihrem allgemeinen Zuge nach nahezu eine gerade Linie; sie ist immer in derselben Richtung geneigt wie der Thalweg.

b) Wenn einer Wasserscheide an einem und demselben Punkte zwei oder mehrere sekundäre Wasserscheiden begegnen, so muß dieser Punkt der höchste sein. Fig. 2.

c) Wenn einer Wasserscheide 2 Thalwege begegnen, so muß der gemeinschaftliche Begegnungspunkt der relativ niedrigste Punkt sein. Fig. 3.

d) Wenn einer Wasserscheide eine sekundäre Wasserscheide und ein desgleichen Thalweg begegnet, so zeigt sich hier eine horizontale Biegung am Begegnungspunkt, übrigens ohne etwas besonders Bemerkungswerthes in Beziehung auf verticale Erhebung.

e) Wenn 2 Thalwege, nachdem sie parallel waren, in entgegengesetzten Richtungen auseinander gehen, so ist der Punkt, wo diese verlängerten Thalwege der Wasserscheide begegnen, nothwendig der niedrigste Punkt. Wenn somit A A und B B Fig. 4 die Thalwege, B C und A C die Abdachungen, D'R die Wasserscheide darstellen, so findet man, daß R',R der tiefste Punkt des Rückens ist.

f) Wenn die zwei Thalwege auf eine gewisse Strecke parallel sind, aber in entgegengesetzter Richtung sich senken, so muß die Wasserscheide in dem Zwischenraum, der die beiden Quellen trennt, am niedrigsten liegen. Wenn A A und B B Fig. 5 die Thalwege, C A und C'B ihre Nivellements darstellen, so findet sich einfach durch Construction, daß der Punkt R',R der tiefste ist.

§. 5.

Breite der Straßen.

Die Breite der Straßen hängt von der Weite der Wagenspuren, der Breite der Wagenladungen und der Größe des Verkehrs ab.

Die römischen Straßen hatten höchstens eine Breite von 30 bis 40 röm. Fuß (9 bis 12 Met.)

In Frankreich wurde im Jahre 1720 verordnet, daß den königlichen Straßen eine Breite von 18 Met. und den sonstigen größern Straßen eine Breite von wenigstens 12 Met. gegeben werden sollte. Später sah man ein, daß die Breite von 18 Met. nur in der Nähe großer Städte nöthig wäre, aber sonst ohne Nutzen dem Ackerbau zu viel Land raubte, und im Jahr 1776 wurde die Breite der verschiedenen Straßen nach ihrer Wichtigkeit für den Handel näher bestimmt und sie wurden in 4 verschiedene Klassen eingetheilt:

Die	Straßen	1ster	Klasse	erhielten	14 Met.
"	"	2ter	"	"	12 "
"	"	3ter	"	"	9 "
"	"	4ter	"	"	8 "

Letztere Breite wurde durch eine Verordnung vom Jahre 1805 auf 6 Met. reducirt.

Die obigen Breiten sind angegeben ohne Graben und Böschungen. Die ersteren sollen angelegt werden, wenn sie für den Grundbesitz oder den Abfluß des Wassers erforderlich sind.

Umpfenbach *) bestimmt, daß die geringste Breite, welche man einer Straße geben kann, die nicht von schweren Fuhrwerken befahren wird, folgende sein muß:

1) Pfad für 2 Fußgänger	3 Fuß rhein.
2) Steinbahn für 2 beladene Wagen, welche sich ausweichen	12 " "
3) Raum zum Aufsetzen des Straßenmaterials	3 " "
Zusammen . .	18 Fuß rhein.

Einer stark befahrenen Handelsstraße gibt er folgende Breite:

a) ohne Sommerweg

1) Fußweg	8′
2) Fahrbahn	20′
3) Reitweg und Materialien	8′
Zusammen . .	36′

b) mit Sommerweg

1) Fußweg und Materialen	10′
2) Fahrbahn	20′
3) Sommerweg	16′
Zusammen . .	46′

*) Umpfenbach, Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststraßen. Berlin 1830.

Pechmann nimmt an, daß die größte Breite eines Lastwagens 10′ sei, und glaubt daher, daß eine Breite von 20′ für die Fahrbahn einer Hauptstraße vollkommen hinreichend ist. In der Nähe großer Städte kann die Breite 24 bis 26′ betragen. Bei minder wichtigen Straßen gibt er nur der Fahrbahn 14 bis 15′.

Nach der preußischen Anweisung darf die Breite der Straße nicht über 40′ und nicht unter 24′ preuß. sein.

Für Straßen mit einem Sommerwege ist die Vertheilung folgende:

Breite des Planums. Fuß	Breite der Steinbahn. Fuß	Sommerweg. Fuß	Materialbankett. Fuß	Fußweg. Fuß.
40	16	12	6	6
36	16	12	5	3
32	14	10	5	3
30	14	10	4	2
Für Straßen ohne Sommerweg:				
36	24	0	6	6
32	20	0	6	6
30	20	0	6	4
24	16	0	5	3

Die Hauptstraßen in Bayern, Mähren, Böhmen und Galizien hatten am Anfange dieses Jahrhunderts eine Breite von 20 bis 24′, in Tyrol, Schwaben und Steiermark von 15 bis 24′, in der Schweiz von 10 bis 24′ und in Sachsen von 20 bis 30′.

Nach der dänischen Wegeordnung vom Jahre 1841 soll den Hauptlandstraßen eine Breite von 24 bis 32′, den kleinern Landstraßen von 20 bis 24′, den Gemeindewegen von 16′ gegeben werden.

In England erhalten die Hauptstraßen eine Gesammtbreite von 24 bis 27,5′ und haben 18′ breite Steinbahnen; in der Nähe großer Städte ist die Breite 55′.

Im Großherzogthum Baden erhalten die Hauptstraßen eine Breite von 28 bis 32′ oder 8,4 bis 9,6 Met.; die minder wichtigen Straßen 24 bis 28′ oder 7,2 bis 8,4 Met.; die Vicinalwege 20 bis 24′ oder 6 bis 7,2 Met.

Je geringer die Breite einer Straße angenommen wird, desto leichter ist die Oberfläche der ganzen Fahrbahn in gutem Zustande zu erhalten. Die Ausgaben für Grundentschädigungen, der Aufwand für die Erdarbeiten werden geringer, es wird weniger Gelände der Kultur entzogen, was zuweilen von großer Wichtigkeit sein kann. Daraus geht hervor, daß man die Straßenbreite nicht größer nehmen sollte, als absolut nöthig ist. In jedem Falle muß die Straßenbreite so bestimmt werden, daß sich zwei der breitesten geladenen Wagen ausweichen können. Nur bei Straßen an sehr steilen Gebirgswänden wird man sich zuweilen auf die einfache Breite beschränken und von Zeit zu Zeit an schicklichen Stellen Ausweichplätze anlegen. Die Breite eines großen beladenen Güterwagens ist 2,7 bis 3 Met., eines mittelgroßen Wagens dagegen nur 1,8 bis 2,1 Met. Für den ersten Fall hat man daher eine Straßenbreite von 5,4 bis 6 Met., für den letztern von 3,6 bis 4,2 Met. nothwendig. Nimmt man nun an, daß das Rad eines

beladenen Wagens nicht ganz auf den Rand der Straße kommen darf, und daß sich gleichzeitig auf derselben Stelle, wo die Wagen einander ausweichen, auch noch Fußgänger oder Reiter begegnen können, so wird es räthlich erscheinen, zu der obigen Breite noch etwas zuzuschlagen. Nach den Erfahrungen genügt nun ein Zuschlag von 0,9 bis 1,2 Met. auf jede Seite für Hauptstraßen, und es ist daher die Gesammtbreite = 7,2 bis 8,4 Met. Für minder wichtige Straßen genügt ein Zuschlag von 0,6 bis 0,9 Met., daher Gesammtbreite 4,8 bis 6 Met.

In der Nähe großer Städte fügt man häufig noch zu den benannten Straßenbreiten besondere Fuß- und Reitwege von 1,8 bis 3 Met. Breite bei, und betrachtet solche als besondere Parallelwege, welche durch ein kleines Gräbchen getrennt sind.

Die oben angeführten Straßenbreiten lassen ohne Gefahr für die Fuhrwerke keine weitere Beschränkung zu und es können daher auch die Materialien zur Unterhaltung nicht neben der Fahrbahn gelagert werden, vielmehr sind besondere Materiallagerplätze in Entfernungen von 90 bis 120 Met. anzulegen. Die Größe der Materiallagerplätze richtet sich nach dem jährlichen oder halbjährlichen Bedarf an Unterhaltungsmaterial, welcher Bedarf verschieden ist, je nach der Frequenz und Güte des Materials.



Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

Allgemeine Straßenrichtung und Längenprofil der Straßen.

§. 6.

a. Allgemeine Straßenrichtung.

Der Hauptzweck der Straßen ist, Lasten mit dem geringsten Kraftaufwande auf Fuhrwerken fortzuschaffen. Wie die Fuhrwerke beschaffen sein müssen, um der geringsten Zugkraft auf einer Straße zu bedürfen, werden wir später untersuchen; die Straßen selbst müssen möglichst kurz sein, schwache Gefälle haben, und ihre Oberfläche muß immer glatt und fest erhalten werden. Den zwei ersten Bedingungen wird durch das Auffinden der besten Straßenlinien genügt, die Erfüllung der letztern hängt von der Bauart der Fahrbahn und deren Unterhaltung ab, worauf wir später zurückkommen werden.

Bei Aufsuchung einer Linie für eine gewöhnliche Straße ist der Ingenieur weit weniger durch die Natur des gebräuchlichen Fuhrwerks beschränkt, wie bei jeder andern Communication.

In der Ebene und in flach hügelichtem Terrain wäre in der Regel das einfachste Mittel, die kürzeste Straßenlinie zwischen zwei Punkten zu finden, eine Verticalebene durch diese zu führen, deren Durchschnitt mit dem Terrain die Straßenlinie gäbe; allein es werden stets Abweichungen von der geraden Linie deßhalb vorkommen müssen, weil eine Straße hauptsächlich so viel wie möglich bewohnte Orte berühren und über solches Terrain geführt werden soll, welches sich für den Bau und die Unterhaltung derselben am besten eignet und bezüglich der nöthigen Kunstbauten die geringsten Kosten veranlaßt.

In mehr hügelichtem und gebirgigem Terrain ist die gerade Linie meist deßhalb unzuläßig, weil die verticale Ebene die Bergwände häufig nach steil ansteigenden Linien schnitte, auf welchen kein Fuhrwerk fortkommen könnte.

Hier sind die Bergrücken und Thalebenen und besonders die Wasserscheiden und Thalwege diejenigen Theile des Terrains, welche ihres geringen Gefälles wegen für die Straßenlinien geeignet sind. Die Straßen, welche den Wasserscheiden folgen, heißen Hochstraßen; diejenigen, welche den Thalwegen folgen, Thalstraßen; diejenigen, welche zur Vereinigung beider geführt werden, Steigen.

§. 7.

Da der innere Verkehr eines Landes sowie der Ackerbau bedeutender in den Thälern, als auf den Gebirgen ist, so sind die Thalstraßen besonders zu berücksichtigen. Ihre Vorzüge vor den Hochstraßen sind:

1) Sie sind bequemer zu befahren, weil das Steigen und Fallen der Thalebenen geringer ist, als das der Wasserscheiden.
2) Die nöthigen Materialien befinden sich gewöhnlich in den Thalwänden und am Thalwege, also in der Nähe der Straße; sie sind daher bei den Thalstraßen bergabwärts beizuschaffen, wodurch die Preise wohlfeiler werden, als wenn umgekehrt diese Materialien bergauf zur Hochstraße geführt werden müßten.
3) Die Reise in den Thalebenen ist weit angenehmer und bequemer als auf den Bergrücken.

Dagegen haben die Thalstraßen folgende Nachtheile:

1) Die Communication kann leicht durch Hochwasser des Thalflusses oder durch Schneeverwehungen und Erdabrutsche unterbrochen werden.
2) Sind sie der Sonne und den Winden weniger ausgesetzt, und erfordern daher größere Unterhaltungskosten.
3) Die kostspieligen Kunstarbeiten, als Brücken, Futtermauern, Viaducte, Durchlässe ꝛc. kommen bei den Hochstraßen seltener vor.
4) Der Grund und Boden, worauf die Straße geführt wird, ist in der Regel in der Thalebene theurer als auf den Bergrücken.
5) Die größeren Thäler, besonders im Mittelgebirge und Hügellande, haben nicht selten so beträchtliche Krümmungen, daß der Thalweg in horizontaler Richtung öfters doppelt so lang wird, als der kürzeste Abstand zwischen den Punkten, die durch den Weg in Verbindung gesetzt werden sollen.
6) Wenn die Thalebene nicht breit ist oder niedrig liegt, und die Straße also zum Theil in den Bergabhang gelegt werden muß, so kosten die Erd- und Felsenarbeiten weit mehr als die der Hochstraßen.

Im Allgemeinen betreffen jedoch diese Nachtheile nur solche Punkte, welche durch einen Mehraufwand beseitigt werden können. Aus technischen und staatswirthschaftlichen Gründen wird man nur bei tief liegendem Lande, wo die Thäler häufig feucht und sumpfig sind, wo stets Schneeverwehungen oder gefährliche Erdabbrüche vorauszusehen sind, wo die bewohnten Orte auf den Hochebenen liegen, und wo die zum Bau und zur Unterhaltung nöthigen Materialien gewöhnlich schlechter werden, je niedriger der Boden ist, die Wahl einer Hochstraße billigen können.

Die Lage einer Thalstraße wird durch folgende Bedingungen näher bestimmt:

1) Von der Wichtigkeit der Communication muß es abhängen, ob man die Straße über dem höchsten Wasserstande, der im Thale je Statt gefunden hat, oder nur über den weniger hohen, aber öfters eintretenden Wasserständen, oder endlich über dem höchsten jährlichen Wasserstande anlegen muß. Am besten ist es

natürlich, wenn die Straße immer trocken sein kann, allein diese Bedingung ist bisweilen wegen des Kostenpunktes schwer zu erfüllen. Eine Straße, die nur kurze Zeit unter Wasser gesetzt wird, kann sich dennoch in gutem Stande erhalten. Bei geringer Strömung und wenn die Wasserhöhe über der Bahn nicht mehr als 0,3 bis 0,6 Metr. beträgt, die Richtung der Straße durch Bäume bezeichnet und der Verkehr nicht bedeutend ist, kann die Straße ohne Gefahr bei Tag passirt werden.

2) Die Straße darf nicht so dicht an den Wasserlauf gelegt werden, daß Schutzmittel zur Verhinderung schädlicher Einwirkungen des Wassers, blos wegen der Straßenanlage, auf einer längern Strecke anzubringen sind. Kann jedoch gleichzeitig eine Abdeichung damit bezweckt werden, so erscheint zuweilen eine solche Lage der Straße gerechtfertigt.

3) In steilern Gebirgen darf man, wenn es nur auf irgend eine Weise möglich ist, nicht die Straße in der Thalwand oder dicht an derselben anlegen, denn sie wird hier bei starken Regengüssen, wie auch beim Aufthauen des Schnees zu sehr dem schnellen Hinunterlaufen des Wassers ausgesetzt, und die Straße, oder wenigstens ihr Graben an der Thalwand, wird immer durch Gerölle verwitterter Steine und Sand ausgefüllt, wodurch die Unterhaltungskosten vergrößert werden.

4) Um das Austrocknen des Straßenkörpers zu befördern, wodurch die Unterhaltungskosten verringert werden, soll sie, besonders in engen Gebirgsthälern, so angelegt werden, daß die Sonnenstrahlen den größten Theil des Tages frei auf sie fallen können, d. h. vorzugsweise an der südlichen oder westlichen Seite des Thals.

5) Ist das Thal sehr eng und sind weit vorspringende schmale Bergrücken vorhanden, die kein Vorland haben, so muß der Berg zuweilen durchstochen werden, welches am besten zu Tage geschieht wenn die größte Höhe nicht über 15 Met. beträgt; wird sie aber größer, so ist es in der Regel ökonomisch vortheilhafter, mit einem Tunnel durch den Bergrücken zu gehen; wird dieser Tunnel länger als 150 Met., so sollten nothwendig verticale Schächte abgetauft werden, um gehöriges Licht zu erhalten.

§. 8.

Nachdem wir nun das Wesentlichere über die Wahl der Lage bei den Hoch- und Thalstraßen angeführt haben, sind noch folgende Punkte bei Feststellung der Straßentraçe in Betracht zu ziehen.

1) Eine Straße soll auf möglichst ebenem Boden hinziehen, weil hier die Erdarbeiten am geringsten werden.

2) Sie soll die möglichst kurze Verbindung zweier gegebener Orte bilden.

3) Dieselbe soll große unangebaute Gegenden thunlichst vermeiden, weil hier die Sicherheit der Reisenden am meisten gefährdet und in dringenden Vorfällen keine schnelle Hülfe zu erwarten ist, sodann weil daselbst die Straßen am wenigsten als Vicinal- und Feldwege mitbenutzt werden können und auch die Unterhaltungsarbeiten in der Regel am kostspieligsten sind.

4) Die Straße ist wo möglich durch angebaute und bevölkerte Gegenden und durch Dörfer und Städte zu führen, weil dieß zum Nutzen und zur Annehmlichkeit der Bewohner und Reisenden gereicht. Haben Dörfer und Städte allzu enge Straßen, und sind dieselben überdieß in Bezug auf Alignement- und Gefällsverhältnisse ungünstig, dann erscheint es angemessener, die Straße außerhalb den Orten vorüberzuführen.

5) Die Durchkreuzung von Flüssen, Bächen, mit Wasser bedeckten Gründen und Morästen ist möglichst zu vermeiden. Ebenso ist darauf zu sehen, daß die Straße nicht über allzu kostbares Gelände führt, daß möglichst wenig Hohlwege und Tunnels vorkommen.

6) Die Straße soll, wo immer thunlich, in die Nähe von brauchbaren Straßenunterhaltungsmaterialien geführt werden.

7) Erlaubt es die Hauptrichtung, eine Straße in einem Thale zu führen, so kann die möglichst horizontale oder gleichförmig geneigte Lage derselben dadurch behauptet werden, daß sie in gleicher Höhe über dem Thalgrunde an demjenigen Abhange hingeführt wird, welcher am meisten Sonne hat und bezüglich des Baues und der Unterhaltung der Straße am geeignetsten erscheint.

8) Hat man sich aber aus einem Thale auf einen höher liegenden Ort zu erheben, so ist die Straßenrichtung so zu wählen, daß man sich schon in möglichst großer Entfernung allmälig erhebt und so in mäßiger gleicher Steigung zum Ziele gelangt.

9) Ein Gegengefälle soll stets vermieden werden.

10) Ist ein fortlaufender Bergrücken zu übersetzen, um aus einem Flußgebiet in ein anderes zu gelangen, so ist einer der niedrigsten Punkte desselben als Uebergangspunkt zu wählen, und auf beiden Seiten dieses Punktes auf dieselbe Weise zu verfahren, wie bei der Ersteigung einer Anhöhe.

11) Ist ein bestimmtes Maximum der Steigung festgesetzt, und die Lage des Gebirges erlaubt nicht, in thunlichst gestreckter Linie mit dieser Steigung die Anhöhe zu erreichen, so sind solche Umwege einzuschlagen, daß durch eine Verlängerung der Direktionslinie bei derselben Totalhöhe sich der gesuchte Grad der Steigung darstellt. Um z. B. eine Höhe h mit einer Steigung von n Procent zu erreichen, hat man die nöthige Straßenlänge $\frac{100 \, . \, h}{n}$.

12) Nicht selten wird man diese Verlängerung durch eine oder mehrere starke Wendungen, Rampen oder Serpentinen, erreichen müssen. Der Straßenzug zieht sich alsdann an dem Abhange so lange hin und zurück, bis er die der Höhe und dem Gefälle entsprechende Länge hat.

13) Rampen sollen nur im äußersten Falle angelegt werden, da sie kostspielig und für den Verkehr lästig sind; können sie nicht umgangen werden, so hat man darauf zu achten, daß sie auf möglichst flaches Terrain zu liegen kommen.

§. 9.

Ein Beispiel soll die Lehren über die Bestimmung der allgemeinen Straßenrichtung erläutern.

Zwischen den Punkten 1 und 2, Fig. 6, Taf. I., soll eine Verbindung mittelst einer zweckmäßig angelegten Straße, die nicht über 6 Procent Steigung erhalten darf, hergestellt werden. Zur vorläufigen Ausmittlung der in jeder Beziehung vortheilhaftesten Richtung des Straßenzugs soll wegen Ersparung kostspieliger Aufnahmen das schon vorhandene Kärtchen, Auszug einer topographischen Karte eines Landes von ungefähr 600 □-Meilen Flächenraum, worin blos die Thalwege mit Ausschluß der kleinen Schluchten und die zu diesem Zwecke vorgenommenen Barometermessungen eingetragen sind, und woraus die Längen entnommen werden können, benutzt, und der aufgefundene Straßenzug in dasselbe eingezeichnet und alle Gründe der Wahl dieses Zuges angeführt werden.

Die vortheilhafteste Richtung, welche einem Straßenzug zwischen zwei bestimmten Punkten gegeben werden kann, ist unstreitig — in der Ebene — die Verbindung der beiden Punkte durch eine gerade Linie — im Gebirge — diejenige, welche sich der geraden Linie am meisten nähert und dabei dennoch allen andern Bedingungen Genüge leistet.

Zu dem Ende denken wir uns von dem Punkte (1) eine gerade Linie nach dem Punkt (2) gezogen, so sehen wir, daß diese Linie das Thal, dessen Thalweg mit A bezeichnet ist, der Länge nach durchschneidet; wir sehen ferner, daß gerade oberhalb den Quellen dieses Flusses die niederste Stelle des Hochgebirgs in jener Gegend sich befindet; wir werden daher vorerst untersuchen müssen, ob die Straße nicht längs dieses Flusses bis zu dessen Quellen und von da an über die erwähnte niederste Stelle des Hochgebirgs geführt werden kann.

Fangen wir diese Untersuchung bei dem Punkte (1) an, so finden wir vorerst, daß der Fluß A von dem Punkte (55) bis zum Punkt (1) auf 350′ einen Fuß Gefälle hat. Es ist nämlich die Entfernung der beiden Punkte $= 21000'$, ihr Höhenunterschied $= 60'$, folglich das Gefäll auf $100' = \frac{6'}{21}$ oder auf 350′ ein Fuß.

Die Entfernung der Punkte (55) und (63) beträgt 8000′, folglich ihr Höhenunterschied 23′; der Punkt (63) liegt daher 447′ über der Meeresfläche, und der Bach, welcher bei (63) einmündet, hat 2,7 % Gefälle.

Der Punkt, in welchem die Straße den zuletzt erwähnten Bach durchschneidet, liegt 27′ höher als der Punkt (63), folglich 474′ über der Meeresfläche. Der Höhenunterschied dieses Punktes und des Punktes (1) ist demnach $474' - 410' = 64'$, die Länge der Straße zwischen beiden Punkten $= 14000'$, daher das Steigen dieses Straßentheils $= 0{,}5\,\%$.

Daß wir die Straße anfänglich längs des rechten Ufers des Flusses A führen, hat zwei Gründe, einmal damit die Brücke, welche bei (1) zu erbauen sein wird, oberhalb der Einmündung des Flusses A in den Hauptstrom zu stehen kommt, sodann, weil die Bergwand auf dem linken Ufer des Flusses A bedeutend steiler, als die auf dem rechten Ufer zu sein scheint.

Der Bach, welcher bei (55) in den Fluß A einmündet, hat 0,9 % Gefälle, der Punkt, in welchem die Straße diesen Bach durchschneidet, liegt daher 9′ höher als (55) oder 479′ über der Meeresfläche; das Steigen der Straße vom vorher-

gehenden Bach bis zu diesem beträgt demnach 479′ — 447′ = 32′, oder da diese Straßenstrecke 8000′ lang ist 0,4 %.

Von hier an bis zu dem Punkt, wo die Höhe zu 560′ über der Meeresfläche beobachtet wurde, erhält die Straße eine Länge von 15000′, der Höhenunterschied beträgt 560′ — 479′ = 81′, daher erhält die Straße für diese Strecken 0,54 % Steigen.

Von dem nun erstiegenen Punkt bis zum Punkt (22) erhält die Straße eine Länge von 14000′, der Höhenunterschied dieser beiden Punkte beträgt 120′, daher das Steigen der Straße für diesen Theil 0,86 %.

Die Punkte (22) und (34) haben zum Höhenunterschied 110′, dieselben werden durch eine Straße verbunden, deren Länge = 9000′ ist. Das Steigen dieser Straßenstrecke ist demnach 1,2 %.

Von hier bis zum Punkt (56) beträgt die Länge der Straße 16000′, der Höhenunterschied 1440′ — 790′ = 650′, das Steigen 4 %.

Die Entfernung des Punktes (56) und Ursprung des Flusses A beträgt 6000′; der Höhenunterschied ist 520′. Wollte man nun diese beiden Punkte durch eine gerade Straße verbinden, so würde diese 8,7 % Steigen erhalten; es fragt sich, wie lang muß dieser Straßenzug gemacht werden, damit er 6 % erhält? Antwort: 8667′.

Von hier bis zum höchsten zu übersteigenden Punkt ist der Höhenunterschied 1240′, die Entfernung der beiden Punkte nur 4000′. Diese Länge sollte aber, um 6 % Steigung nicht zu überschreiten, 20667′ sein.

Wie ist nun diese Länge herzustellen? Durch eine einzige Rampe kann solches nicht geschehen, denn die Lage des Gebirgs ist so, daß das Steigen sowohl gegen die linke als auch gegen die rechte Seite noch stärker ist, als gerade aufwärts; es muß daher ein sogenannter Zickzack in Anwendung gebracht und die Straßenlinie längs den schicklichen Stellen der Bergwand so lange hin- und hergezogen werden, bis unter den vorgeschriebenen Bedingungen der höchste Punkt erreicht ist; alsdann neigt sich der Straßenzug nach der andern Seite des Gebirgs.

Die Quellen des Flusses, an welchem wir nun den Straßenzug hinzuführen gedenken, liegen 1700′ über der Meeresfläche, der schon erstiegene Punkt liegt 3200′ über derselben; wollen wir nun den Straßenzug zum ersterwähnten Punkt führen, so haben wir ein Gefälle von 1500′ zu überwinden; dieses geschieht mittelst einer 25000′ langen Rampe, welche in der Art angelegt werden kann, daß man sich durch die Punkte 3200, 1700 und 4700 eine Ebene gelegt denkt, und auf dieser die Rampe mit 6 % Gefälle construirt.

Der Ursprung des Flusses B und der Punkt (58) haben einen Höhenunterschied von 470′, sollen diese beiden Punkte mit einem Straßenzug, welcher nur 6 % erhalten darf, verbunden werden, so muß derselbe eine Länge von 7883′ erhalten.

Die Punkte (58) und (57) sind mittelst eines 6000′ langen Straßenzugs verbunden, ihr Höhenunterschied beträgt 250′, es ist folglich das Gefälle nahe 4,2 %.

Für die Punkte (57) und (2) hat man die Länge des Straßenzugs = 14000′, den Höhenunterschied = 430′; das Gefälle ist somit etwas mehr als 3 %. In

gleicher Weise würde man den Straßenzug von Punkt (8) nach (4) oder von Punkt (1) nach (26) zu ermitteln haben.

§. 10.

b. Längenprofil der Straßen.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß ein vollkommen geradliniges und horizontales Längenprofil einer Straße das beste für den Verkehr ist, wenn das Verkehrsquantum in beiden Richtungen gleiche Größe hat. In dem Falle aber, wo sich der Hauptverkehr nur nach einer Richtung hinzieht, dürfte es zweckmäßiger sein, ein Längenprofil durchgängig nach dieser Richtung zu neigen.

Sowohl der eine als der andere Fall pflegt in der Wirklichkeit nur äußerst selten vorzukommen, und es werden die Straßen von einiger Bedeutung im Längenprofil aus einer Folge und Abwechselung horizontaler, steigender und fallender Ebenen zusammengesetzt sein.

Die Neigungen der Straßen werden sich im Allgemeinen nach ihren verschiedenen Bestimmungen und nach der Formation der Erdoberfläche richten müssen; denn es kann z. B. eine Steige von 20 bis 25 Procent noch von Fußgängern begangen werden, während Straßen für leichteres Fuhrwerk nur 10 Procent und für schweres höchstens 5 Procent haben sollten.

Nach den preußischen Vorschriften vom Jahr 1834 wird für die Steigung einer Kunststraße in gebirgigen Gegenden 5,5 Procent, in hügeligem Lande 4,2 Procent bestimmt. Ist aber die Steige höher als etwa 30 Meter, so muß auf jede folgenden 30 Meter Höhe die Steigung etwas vermindert werden, bis sie im ersten Falle 4,2 und im letzten Falle nur 2,8 Procent beträgt. Wenn eine Steigung von 4,2 bis 5,5 Procent auf einer langen Strecke anhält, so werden 15 Meter lange Ruheplätze höchstens mit 1,5 bis 2 Procent Gefälle angelegt.

Bei den Anlagen der Straßen im Großherzogthum Baden ist der Grundsatz angenommen, daß bei den Hauptstraßen die Steigung 4 bis 5 Procent, bei den minder wichtigen Straßen 5 bis 7 Procent, bei den Bezirks- und Vicinalstraßen 7 bis 10 Procent betragen soll. Dabei ist ebenfalls unterstellt, daß die stärkeren Steigungen am Anfange liegen und nach oben hin abnehmen, wie sich auch die Zugkraft der Thiere durch Ermüdung vermindert.

Die Neigung des Gefälles wird in den verschiedenen Fällen durch folgende Bedingungen näher bestimmt:

a) Sie darf nicht so groß sein, daß die Zugthiere das Fuhrwerk merklich zurückhalten und daß Hemmschuhe angewendet werden müssen, denn diese sind für die Straßen verderblich. Angestellte Versuche hierüber auf trockenen und ebenen Straßen ergaben folgende Resultate:

1) Auf einer Straße von 2 Procent Neigung lief das Fuhrwerk schon von selbst.

2) Auf einer solchen von 4 Procent Neigung mußte leichtes Fuhrwerk schwach, und schweres Fuhrwerk stark zurückgehalten werden.

3) Auf einer Straße von $5\frac{1}{2}$ Procent mußten leichte Fuhrwerke entweder stark zurückgehalten, oder wenn ein Radschuh angelegt war, noch gezogen, und schwere Fuhrwerke unumgänglich gehemmt werden, wenn die Pferde nicht ermüden sollten.

b) Das Wasser darf nicht mit solcher Schnelligkeit abfließen, daß es die leichtern und weniger festen Materialien der Straßenoberfläche mit sich fortreißt. Ein Gefälle von 4 bis 5 Procent ist hier die Grenze.

§. 11.

Ueber die Neigungen der Steigen ist Folgendes zu bemerken:

Es handelt sich hier, nachdem was in dem Obigen bereits über das Längenprofil einer Straße bemerkt wurde, hauptsächlich von dem Einflusse, welchen das Steigen der Straßen auf die Anstrengung der vor das Fuhrwerk gespannten Zugthiere hat.

Bei der großen Schwierigkeit, den Widerstand eines Fuhrwerks genau theoretisch zu bestimmen, begnügt man sich mit Annäherungen und benutzt am besten die Resultate von Morin, welche die Widerstands-Coefficienten für verschiedene Fuhrwerke und auf verschiedenen Bahnen enthalten. (§. 28. VII.)

Setzt man die Ladung für ein Pferd $= Q$; das Gewicht des Wagens $= q$, so ist der Gesammtwiderstand für eine horizontale Schotterstraße mit leichten Geleisen und weichem Schlamme nahe $= (Q + q)\frac{1}{32}$.

Die Zugkraft eines guten Pferdes, welches in 10 Stunden täglich einen Weg von 3240 M. zurücklegt = 70 Kil., so hat man:

$$\frac{1}{32}(Q + q) = 70 \text{ und}$$

$$Q + q = 2240 \text{ Kil. oder 45 Centner,}$$

es kann daher, unter der Voraussetzung, daß das Gewicht des Wagens 20 Ctnr. oder 1000 Kil. beträgt, ein Pferd 25 Ctnr. oder 1250 Kil. Ladung täglich in 10 Stunden 3240 Mtr. weit fortbewegen.

Für eine geneigte Straße sei β der Neigungswinkel, so ist der Gesammtwiderstand:

$$\frac{1}{32}(Q + q) \operatorname{Cos} \beta + (Q + q) \sin \beta.$$

Die Zugkraft eines Pferdes beträgt:

$70 - \pi \sin \beta$, wo π das Gewicht des Pferdes = 350 Kil.,

man hat daher die Gleichung:

$$70 - \pi \sin \beta = \frac{1}{32}(Q + q) \operatorname{Cos} \beta + (Q + q) \sin \beta$$

und da $\operatorname{Cos} \beta$ nahe $= 1$

$$\sin \beta = \frac{70 - \frac{1}{32}(Q + q)}{Q + q + \pi}$$

Für Q = 500 K., q = 1000 K. und π = 350 K. wird sin β = 0,0125 und es kann somit 1 Pferd auf einer Straße mit 1,2 Procent Steigung eine Ladung von 500 Klg. oder 10 Ctnr. täglich auf 3240 M. Länge fortbewegen. Wird die Ladung 100 Ctnr. oder 5000 Kil. angenommen und werden 6 Pferde an einen Wagen von 1000 K. Gewicht angespannt, so ergibt sich:

$$\sin \beta = \frac{6 \,.\, 70 - \frac{1}{32}\,(6000)}{6000 + 6 \,.\, 350} = 0{,}028.$$

Die Steigung kann also 2,8 Procent sein.

Ebenso erhält man für eine gute Schotterstraße, welche nur wenig feucht oder mit Staub bedeckt und für welche das Verhältniß von Zugkraft zur Last $\frac{1}{39}$ ist, sin β = 0,032; es kann somit die Steigung 3,2 Procent betragen.

Für leichtere Fuhrwerke, bei welchen die Bruttolast für ein Pferd im Ganzen 500 Kil. beträgt, ergibt sich für eine Schotterstraße mit leichten Geleisen und weichem Schlamme die Grenze der Steigung 6,6 Procent.

Da nun auf einer Landstraße mehr leichtes als schweres Fuhrwerk geht, und da ferner selten Steigungen vorkommen dürften, welche eine Länge von 3240 Mtr. haben, so wird es in Anbetracht der Verkürzung des Wegs und der damit in Verbindung stehenden Kostenersparniß zweckmäßig erscheinen, wenn man eine Hauptgebirgsstraße etwa mit 4,5 Procent beginnen, und diese Steigung allmälig auf 4 und 3,5 Procent übergehen und in der Nähe des höchsten Punktes mit 3 Procent enden läßt, womit gleichzeitig dem Grundsatze: die Widerstände des Fuhrwerks nach Maßgabe der Ermüdung der Zugthiere zu vermindern, auf zweckmäßige Weise entsprochen werden dürfte.

Aus ganz ähnlichen Gründen werden auch für minder wichtige Gebirgsstraßen, auf welchen höchstens Fuhrwerke von 100 bis 120 Centnern oder 5000 bis 6000 Kil. Ladung gehen, und 12 bis 15 Centner oder 600 bis 750 Kil. auf ein Pferd kommen, Steigungen von 4,5 bis 6 Procent, und bei Gebirgsstraßen, auf welchen selten schwere Güterwagen gehen, 6 bis 8 Proc. vollkommen zulässig sein.

§. 12.

Bei Feststellung des Längenprofils hat man noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Das allzu stark wellenförmige Längenprofil soll man möglichst meiden, und insbesondere bei steigenden Gebirgsstraßen stets suchen, die einmal gewonnene Höhe nicht wieder durch Fallen zu verlieren.

Dieser letzte Grundsatz findet bei Straßen in der Ebene und hügeligem Terrain keine Anwendung, weil man sich hier der Verminderung der Erdarbeiten wegen, mehr der allgemeinen Form des Terrains anschließt und das Fallen und Steigen nur höchst unbedeutend ist, ja selbst wohlthätig für die Zugthiere und die Trockenhaltung der Straßenoberfläche werden kann.

2) Bei starken Wendungen, wie bei den Rampen der Gebirgsstraßen, soll man die Neigung derselben auf 1 bis 2 Procent vermindern oder auf Null reduciren,

denn es wird sonst für die Stangenpferde zu schwer, den Wagen bergab zurückzuhalten und zugleich zu wenden. Auch das Eingangsgefälle, d. h. das Gefälle der in die Rampe führenden Straßenstrecke, soll immer geringer sein als das allgemein angenommene Gefälle, damit die abwärts fahrenden Fuhrwerke nicht zu rasch in die Wendung gelangen und sodann bei schnellem Drehen der Gefahr des Umstürzens ausgesetzt sind.

3) Bei Kreuzungen der Straße mit Bächen, Rinnen ꝛc. ꝛc. ist bei der Feststellung des Längenprofils darauf Rücksicht zu nehmen, daß der für die Brücke oder den Durchlaß erforderliche Höhenunterschied zwischen Wasserspiegel und Straßenoberfläche erübrigt wird.

4) Sowohl bei Straßen in der Ebene wie im Gebirge soll man das Längenprofil in der Art feststellen, daß die Erdarbeiten der Kosten wegen möglichst gering ausfallen und Abtrag und Auftrag sich auf gewisse Entfernungen wo immer thunlichst ausgleichen. Dabei muß man natürlich auf das Aufquillen des gewachsenen Bodens und die Senkung der aufgeschütteten Erde Rücksicht nehmen.



Dritter Abschnitt.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

Bestimmung der einzelnen Straßenrichtungen.

§. 13.

In dem vorigen Abschnitte wurde nur die allgemeine Richtung der Straße aufgesucht und das Hauptsächlichste über die Gefällsverhältnisse mitgetheilt; nunmehr bleibt noch die Lage zu finden, welche die Straße auf dem Terrain haben wird, oder mit andern Worten, es ist zu erörtern, wie die Straße abgesteckt wird.

Am leichtesten ist die Absteckung der Straßenlinien in weiten Thälern oder Ebenen und im flachen Hügellande. Die Straße wird so kurz als möglich, nämlich in der Regel nach geraden Linien, welche sehr stumpfe Winkel unter sich bilden, fortgeführt. Die Vereinigung dieser geraden Linien geschieht am einfachsten durch Kreislinien von möglichst großem Halbmesser. Diese, in Verbindung mit den geraden Linien, geben der ganzen Anlage einen großartigen Charakter, sind am meisten geeignet die Straßenlinie abzukürzen und lassen sich leicht befahren.

Zu lange gerade Linien sollte man aber nicht annehmen, denn eine Linie von einer Meile Länge, die man ganz übersieht, ist dem Reisenden unangenehm und langweilig, sie verdient nicht diejenigen Aufopferungen anderer Rücksichten und Kosten, welche ihr zuweilen zu Theil wurden.

Die Winkelpunkte sind durch Hindernisse, als Senkungen, Sümpfe, Anhöhen, deren Ersteigung nicht nöthig ist, durch ungefähr parallel mit der Straße laufende Bäche rc. rc. gegeben.

Auch in flachem Hügellande können gewöhnlich die geraden Linien wie in der Ebene durchgeführt werden. Die Abdachung ist meist so flach, daß sie unbedingt als Straßenrichtung angenommen werden können. Nur selten wird man genöthigt sein, die Straßenlinie zu verlassen und sich der Form des Terrains mehr anzuschließen; denn kleine Abgrabungen und Auffüllungen werden schon hinreichen, um allzu viele Gefällsbrüche zu vermeiden.

Das Geschäft des Absteckens einer Straße in der Ebene ist somit eine reine Aufgabe der praktischen Geometrie und reducirt sich auf die Absteckung gerader Linien und Kreisbogen, worüber das Nöthige in der Allgemeinen Baukunde schon mitgetheilt wurde (§. 168.)

Etwas schwieriger wird die Absteckung einer Straße erst dann, wenn das Terrain nach der allgemeinen Richtung der Straße hin mehr Steigung hat, als für dieselbe im höchsten Falle angenommen werden darf. Dieser Fall pflegt

gewöhnlich aber bei Gebirgsstraßen oder Steigen vorzukommen, und es kann die Absteckung auf 2 Arten erfolgen, entweder

1) unmittelbar auf dem Terrain mit Hülfe irgend eines Nivellirinstruments oder Gefällmessers, oder

2) auf Grund eines mit horizontalen Kurven aufgenommenen Planes.

Erstere Art wird in der Regel vorzuziehen sein, indem die Aufnahme eines genauen orographischen Planes sehr langwierig, und auch das Abstecken nach demselben wegen Mangel an hinlänglich vielen Fixpunkten nicht schnell ausführbar ist.

Wie eine Linie auf dem Terrain mit gegebenem Gefälle von einem Punkte aus mit Hülfe eines Nivellirinstruments oder Gefällstockes abgesteckt werden kann, darf hier als bekannt vorausgesetzt werden, wir wenden uns daher gleich an die Absteckung einer Traçe auf Grund eines Planes und stellen uns folgende Aufgabe:

§. 14.

1. Allgemeine Bestimmungen.

Zwei bedeutende Orte bei A und B Taf. II. liegen in verschiedenen Flußgebieten; die Wasserscheide, welche beide Gebiete trennt, hat keine bedeutende Erhebungen, aber die Abdachungen des Gebirgsastes, dessen Kamm die Wasserscheide bildet, sind sehr steil. Da der eine Ort der Sitz des betreffenden Bezirksamts und der Markt für den andern ist, welcher dort gewisse Industrieproducte verkauft, so besteht zwischen beiden ein ununterbrochener Verkehr, welcher durch die Aufnahme gewisser Gewerbszweige immer lebhafter wird. Die Verbindung zwischen beiden Orten wurde bisher durch eine Vicinalstraße unterhalten, welche nun in den Chausséeverband aufgenommen werden soll.

Es entsteht nun die Frage, ob die erwähnte Vicinalstraße verbessert und kunstgerecht chaussirt oder ob ein neuer Zug geführt werden soll.

2. Beschreibung des Terrains.

Der erwähnte Gebirgsast streicht von Osten nach Westen, seine Wasserscheide bildet in der nächsten Umgebung des Straßenzugs zwei ziemlich tief eingeschnittene Sättel und drei sehr bestimmte Kuppen, welche sich 15 bis 27 Meter über die Sättel erheben. Von den letztern gehen muldenförmige Dobel herab, welche mit flachen Wänden in die Abdachung des Gebirgsastes eingeschnitten sind. Nach starken Regengüssen fließen in diesen Einschnitten nicht unbedeutende Wassermassen, welche sich ziemlich tiefe Kanäle in den Boden eingegraben haben. Bei trockener Jahreszeit aber fließt in denselben nur wenig Wasser. Für den gabelförmigen Dobel, welcher in den nördlichen Abhang des Gebirgsastes eingeschnitten ist, wurde für jeden Ast die große Wassermasse zu 0,8 K.M. pr. Sec. geschätzt.

Der nördliche Fuß des Bergastes bildet das Gehänge eines schmalen Thales, in welchem ein Bergstrom fließt, der bei seinem Hochwasser die Ufer übertritt, und besonders dort ein ziemlich breites Ueberschwemmungsgebiet bildet, wo er die Wasser aufnimmt, welche aus dem einen Dobel von der nördlichen Abdachung des Gebirgsastes abfließen. Der ganze Gebirgsast besteht aus zerklüftetem Gneis, der an manchen Orten zu Tage steht, im Allgemeinen aber von einer ziemlich hohen Lage größerer und kleinerer Gerölle und guter Dammerde bedeckt ist.

An der nördlichen Thalwand, etwa 120 Meter von der Brücke aufwärts, ist das Gestein weniger zerklüftet und es können dort Steinbrüche betrieben werden.

Die Abdachungen des Gebirgsastes sind größtentheils mit Laubholz bestanden, in den Dobeln sind auf beiden Seiten der Giesbäche ziemlich gute Wiesen, welche sich bis zu den Sätteln fortsetzen, auf dieser aber sehr sumpfig sind. An den obern Theilen der Abdachungen des Gebirgsrückens und dem Fuße der aufgesetzten Kuppen sind Ackerfelder. In dem Hauptthale sind größtentheils Wiesen.

3. Beschreibung des bestehenden Vicinalwegs.

Der Vicinalweg ist auf dem südlichen Abhange des Gebirgsastes bis zu dem ersten größern Dobel chaussirt und steigt mit einem Gefälle von 5 Procent; er übersetzt das Bett des Baches mit einem gut unterhaltenen steinernen Durchlasse und steigt von hier aus mit ungleichem Gefälle bis zum zweiten Dobel, wo ein alter baufälliger Durchlaß D liegt; hierauf bildet er einen spitzigen Wendungsplatz und steigt mit starkem Gefälle bis zur Wasserscheide, senkt sich dann an dem nördlichen Abhange herab, erreicht durch zwei ziemlich spitze Wendungen den andern Einschnitt, geht über diesen und seinen Seitenast mit zwei ganz baufälligen Durchlässen C, C′, wovon jedoch das Material benutzt werden könnte, und wendet sich nun mit einem großen Bogen, um auf dem nördlichen Abhange des Gebirgsastes in das Hauptthal abzusteigen, in welchem er mit einer gut gebauten und wohlerhaltenen Brücke über den Fluß setzt. Das Ufer nahe an der Brücke liegt 1,2 M. tiefer als die letzte Horizontalkurve, die Brückenbahn aber 1,35 M. über dem höchsten Wasser. Die Auffahrt der alten Straße zur Brücke beträgt 4 Procent.

Das Gefälle dieser Vicinalstraße ist sehr ungleich und beträgt an vielen Orten 9 bis 10 Procent; die Straßenbahn ist uneben, so daß an vielen Stellen das unbedeckte Gestein zu Tage steht; sie ist im Winter fast gar nicht und im Sommer nicht ohne Gefahr zu befahren.

4. Erklärung des Plans. Taf. II.

Derselbe ist in einem Maßstabe von $1/_{4000}$ der wahren Größe gezeichnet; die Erhebungen des Bodens sind durch Horizontalkurven dargestellt, deren Höhenabstand 3 Meter beträgt. Die Plateaus mnop und m′n′o′p′ auf dem Gebirgsrücken sind als horizontalliegend zu betrachten; ersteres liegt 0,9 Meter, letzteres 1,5 Meter über der ihr nächst untern Horizontalkurve.

Die punktirten Linien mn, op, m′n′, o′p′ sind die Fußlinien der entsprechenden Kuppen. D und D′ sind die beiden Durchlässe auf dem südlichen Abhange, C und C′ dieselben auf dem nördlichen Abhange des Gebirgsastes. B ist die Brücke, mit welcher sich die Straße über den Fluß fortsetzt.

Die punktirte Linie abcd stellt das diesseitige Ueberschwemmungsgebiet des Flusses dar, und der Punkt a des Ufers liegt 1,2 M. tiefer als die letzte Horizontalkurve.

5. Bestimmung der Aufgabe.

Es soll ein Straßenzug von dem Punkt A, etwas unterhalb des Durchlasses D bis zur Brücke B hergestellt werden, welcher zu jeder Jahreszeit für die größten Frachtwagen fahrbar ist. Das Gefälle soll 5 Procent nirgends übersteigen.

Hierbei wird besonders zu untersuchen sein, ob es technisch und ökonomisch vortheilhafter sei, den Zug der alten Vicinalstraße möglichst beizubehalten und ihr Gefälle auszugleichen, oder der Straße eine neue Richtung zu geben.

a) Bestimmung des Straßenzugs.

Der Aufgabe gemäß sollen die zwei Punkte A und B durch einen Straßenzug verbunden werden. Die allgemeine Richtung der Straße ist in sofern gegeben, als dieselbe über einen relativ tiefsten Punkt des Bergrückens gehen muß, sofern derselbe nicht zu weit von der Verbindungslinie beider Endpunkte entfernt liegt.

In dem gegebenen Falle sind zwei Einsenkungen des Bergrückens vorhanden und über jeden läßt sich eine Straße führen, welche die Punkte A und B verbindet. Die Plateaus auf diesen Einsenkungen mnop und m, n, o, p, sind eben und als horizontal zu betrachten, ersteres liegt 2,4 Metr. höher als letzteres.

Die einzelnen Straßenrichtungen für beide Uebergangspunkte ergeben sich nun sehr leicht, indem man mit dem Zirkel von einer Kurve zur andern, bei dem Punkte A anfangend, eine Länge abträgt, welche bei dem gegebenen Höhenabstande derselben von 3 M. dem Gefälle von 5 Procent entspricht und welche sich aus der Proportion $100 : 5 = x : 3$, also $x = 60$ Metr. ergibt.

Der erste Zug, welcher möglich ist, geht von der bis zu A geführten Straße über die Brückchen bei D und D′ und steigt mit dem gegebenen Gefälle die südliche Thalwand hinauf, indem er bei E eine Wendung annimmt, um auf das Plateau m, n, o, p, zu gelangen. Von hier an zieht er sich hinab in das Hauptthal, erhält beiläufig in der Mitte der nördöstlichen Bergwand eine sehr spitzige Rampe E, überschreitet dann mit einem ziemlich großen Bogen den Dobel und geht von da aus der Brücke B zu.

Der zweite mögliche Zug geht ebenfalls vom Punkt A aus bis an das Brückchen bei D′ wendet sich alsdann links mit einer ziemlich spitzigen Rampe gegen das größere Plateau mnop, überschreitet dasselbe und zieht in ziemlich stetiger Linie mit größtentheils flachen Bogen gegen die Brücke B hin.

Der dritte Zug endlich, von A abgehend, wendet sich vor dem Brückchen bei D links, bildet etwas weiter oben eine Rampe auf nicht zu steilem Terrain und steigt dann in gerader Linie bis zu dem großen Plateau mnop, von wo aus er mit dem zweiten Zuge zusammentrifft.

Alle drei Züge sind nahe an Länge gleich, stehen also in dieser Hinsicht einander nicht nach; Erdarbeiten und Güterentschädigung kosten ziemlich gleich viel, da bei keinem besondere Terrainschwierigkeiten zu überwinden sind und alle in nahezu gleichem Maße Wald und Wiesen durchschneiden.

Der über das Plateau m, o, gehende Zug hat zwei Rampen in ziemlich steilem Terrain, er überschreitet zwei Dobel, erfordert also zwei Brückchen; die beiden über das Plateau mo führenden Züge haben nur einen Dobel zu passiren und erhalten nur eine Rampe, sie müssen aber um 2,4 Mtr. höher steigen als der erste Zug.

120 Meter oberhalb der Brücke bei B ist nach der Aufgabe ein Steinbruch zu eröffnen, für alle drei Züge ist dieser Ort ziemlich gleich weit entfernt, kostet also die Herbeischaffung der Steine für die Fahrbahn bei allen nahe die gleiche Summe.

Wenn die alte Vicinalstraße mit schweren Wagen befahren werden könnte, so hätte dieß einigen Vortheil für den Zug über den kleinen Sattel, indem alsdann die nöthigen Materialien auf derselben transportirt werden könnten.

Die Züge über den großen Sattel gehen zwar eine größere Strecke in sumpfigem Gelände, als der Zug über den kleinen Sattel, allein dieses Gelände kann deßhalb nicht so nachtheilig für die Straße sein, weil der Aufgabe nach Wiesen daselbst unterhalten werden.

Wesentliche Nachtheile für die Straßen entstehen durch die Rampen, insbesondere wenn solche auf steiles Terrain zu liegen kommen. An die Stelle solcher Rampen müssen bequeme Wendungsplätze construirt werden und die Erd- und Felsenarbeiten, welche dabei vorzukommen pflegen, verursachen meist einen bedeutenden Kostenaufwand. Auch für den Verkehr sind solche starke Wendungen lästig; der Transport von langem Bauholz wird beschwerlich, selbst wenn der Radius der Rampe bedeutend groß ist; schnell fahrende Fuhrwerke können bei ungeschickter Wendung leicht umgeworfen werden.

Hinsichtlich der Rampen haben die beiden Züge über den großen Sattel entschieden den Vorrang, denn sie erhalten nur eine Rampe, während der Zug über den kleinen Sattel deren zwei nöthig macht und dieß auf sehr steilem Gelände.

Die beiden über den großen Sattel gehenden Züge fallen auf der nördlichen Thalwand zusammen, auf der südlichen aber wendet sich der eine von der bestehenden Straße bei A links ab, während der andere über das Brückchen bei D geht.

Der erstere liegt durchgehends auf weit flacherem Terrain wie der letztere, erfordert daher weniger Erdarbeiten, zumal da auch die Rampe günstiger fällt. Während ferner der Zug auf dem steilern Terrain noch einen ziemlich langen Durchlaß bei D' erfordert und die Herstellung und Unterhaltung des Brückchens bei D bedingt, kommen bei dem Zug, der links abgeht, keine Kunstbauten vor.

Aus diesen Betrachtungen dürfte hervorgehen, daß der Zug A, 1, 2, 3 ꝛc. ꝛc. B über den großen Sattel der vortheilhafteste sei.

b) Rectification des Zugs.

Nachdem die allgemeine Richtung der Straßenlinie bestimmt ist, muß deren Rectification vorgenommen, d. h. es muß die Linie auf dem Plane durchweg aus geraden Linien und Kreisbogen in der Art zusammengesetzt werden, daß sie als eine stetige Kurve erscheint, welche sich an die mit dem Zirkel abgetragene Linie, folglich auch an das Terrain, möglichst anschließt und dabei nirgends zu scharfe Krümmungen macht.

Wie aus dem Plane ersichtlich, so sind besonders zwischen den Punkten 2 und 5, 8 und 12, 31 und 33, 40 und a Correctionen nothwendig, indem die Vereinigung der benannten Punkte nicht unter den betreffenden spitzen oder stumpfen Winkeln statt haben kann, sondern durch Kreisbogen von möglichst großen Halbmessern zu geschehen hat, zu welchen die anstoßenden Straßenlinien die Tangenten sind. Von der Wichtigkeit der Straße und von den auf derselben gehenden Fuhrwerken wird es hauptsächlich abhängen, wie groß der kleinste Halbmesser der Verbindungsbogen sein darf.

Umpfenbach bestimmt den Halbmesser eines Wendungsplatzes (Rampe) unter der Unterstellung, daß die Pferde bei dem Ziehen des Wagens in der Krümmung dieselbe Kraft anzuwenden haben, als bei dem geraden Zuge in einer Steige von 5 Procent Gefälle; er findet daß bei dem Achtspänner ein Kreisbogen von 40′ Halbmesser, bei dem Sechsspänner von 30′ und dem Vierspänner von 20′ schon hinreicht, um die Zugkraft in der Wendung kleiner zu machen, als in einer Steigung von 5 Procent Gefälle.

Diese Halbmesser müssen indeß als die Grenzen betrachtet werden, unter welche man nicht herabgehen sollte. Die Erfahrung lehrt, daß schon Krümmungen von 45′ Halbmesser oder 13,5 M. für den gewöhnlichen Verkehr etwas lästig sind und der Transport langer Baumstämme auf denselben nur dann möglich ist, wenn die Hinterachse des Wagens ihre mit der Vorderachse parallele Lage verändern kann. Ohne eine sehr wesentliche Verbreiterung der äußern Straßenhälfte in der Krümmung sollte man solche Halbmesser von 30 bis 45′ oder 9 bis 13·5 Metr. nicht anwenden, es müßte denn nur sein, daß größere Halbmesser zu bedeutende Erd- und Felsenarbeiten oder zu hohe Stütz- und Futtermauern veranlaßten. Wo möglich sollten die Halbmesser der Wendungen 15 bis 20·M. betragen, wir nehmen daher für den vorliegenden Fall, wo das Terrain nicht steil ist, einen Halbmesser der Wendung von 24 M. an und beschreiben aus dem Mittelpunkte O, einen Halbkreis 9, 10, 11. Da in der Wendung höchstens ein Gefälle von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Proc. angenommen werden darf, so muß der Punkt 11 tiefer und der Punkt 9 höher gelegt werden und zwar so, daß das Eingangsgefälle in der Linie 11, 12 wo möglich kleiner wird als 5 Procent. Nehmen wir für den Punkt 11 eine Abgrabung von 2,5 M. an, so beträgt das Gefälle von 13 bis 11 nur 4,82 Proc. Der Punkt 9 der Straße kann füglich 1 M. tiefer gelegt werden wie der Punkt 11, denn es beträgt alsdann das Gefälle in der Wendung selbst nur 1,32 Proc. Der Punkt 9, welcher ursprünglich 0,83 M. tiefer liegt wie die Kurve (8), muß um 3,33 M. erhöht werden, es ist somit das Ausgangsgefälle von 9 bis 7 nur 4,7 Proc. Hätten wir den Mittelpunkt der Wendung statt in O, in der Spitze des Winkels 7, c, 13 angenommen, so wären die Gefälle der anstoßenden Straßentheile zu groß ausgefallen.

Zwischen den Punkten 2 und 5 wird ein Verbindungsbogen von 42 Metr. Halbmesser construirt, eine Verminderung des Gefälls ist also hierin nicht nöthig, nur muß der Punkt 4 etwas tiefer gelegt werden, damit kein Gefällsbruch entsteht.

Zwischen den Punkten 31 und 33 hat der Verbindungsbogen einen Halbmesser von 52 M. In dem Punkt 32 ist ein Durchlaß anzuordnen, die Straße muß also in einer entsprechenden Höhe über diesem Punkt weggeführt werden; ein Gefälle von 5 Procent würde daher um so weniger anwendbar sein, als die Straßenstrecke von 31 bis 33 für einen Ruheplatz am geeignetsten erscheint und das Gefälle schon deßhalb vermindert werden muß. Wir legen die Straße zwischen den genannten Punkten auf 60 Metr. horizontal an.

Der Verbindungsbogen zwischen 40 und a ist aus dem Mittelpunkt O,,, beschrieben und hat einen Halbmesser von 39 M. Das Gefälle in dem Bogen beträgt 2,36 Procent.

c) Auftragen des Längenprofils und der Querprofile. Taf. III.

Nachdem die Straßenlinie in dem Situationsplane rectificirt ist, schreitet man an das Auftragen des Längenprofils. Zu diesem Behufe werden die Längen der Straßenmittellinie von Kurve zu Kurve genau aus dem Plane auf eine Horizontallinie, welche als Horizont angenommen wird, aufgetragen, an den aufgetragenen Punkten Perpendikel errichtet und ihre ebenfalls aus dem Plane entnommenen Höhen in einem 10 bis 20mal größern Maßstabe als dem des Planes aufgetragen. Die so durch die Verbindung der Endpunkte dieser Perpendikel erhaltene Linie stellt den Durchschnitt einer durch die Straßenachse gehenden Verticalebene mit der Terrainfläche vor, und heißt „Längenprofil."

Dieses Längenprofil wird aber nicht in allen Theilen ohne Correction bleiben können, denn es werden entweder an gewissen Stellen, besonders bei Wendungen, bedeutende Unregelmäßigkeiten und zu große Steigungen vorkommen, oder es muß die Straßenlinie deßhalb in Auftrag gelegt werden, weil sie über sumpfige Stellen oder Schluchten führt.

Bei einer solchen Correction des Längenprofils sind also gewisse Punkte zu berücksichtigen, als:

1) Das Gefälle der Straße soll nirgends die angenommene größte Neigung übersteigen.
2) Die Erdarbeiten sollen möglichst gering ausfallen.
3) Auf- und Abträge sollen sich wo immer thunlich ausgleichen.
4) Der Transport des Abtrags soll bergab geschehen.

Mit Berücksichtigung dieser Punkte und dessen, was bei der Rectification der Zugslinie bemerkt worden, wurde die Correctur des Längenprofils, wie die Fig. 1. Taf. III. zeigt, vorgenommen.

Nach der Bestimmung des Längenprofils folgt die Verzeichnung der Querprofile. Ueberall wo das Terrain merklich wechselt, sollen Querprofile genommen werden, in vorliegendem Falle legen wir sie von Kurve zu Kurve und nehmen an, daß die Oberfläche des Gebirgs, soweit sich die Straße zwischen je zwei Kurven erstreckt, eine ebene Fläche sei. Um z. B. das Querprofil des Terrains bei dem Anfangspunkt A aufzutragen, legen wir auf dem Situationsplane eine Ebene normal auf die Straßenachse. Diese Ebene schneidet das Terrain nach der Linie x y; um nun diesen Schnitt auf das Papier zu zeichnen, ziehen wir eine Horizontale und nehmen auf ihr einen Punkt an, welcher als Achsenpunkt betrachtet wird. Von diesem Punkt werden rechts und links die Abstände A y und A x in einem hinlänglich großen Maßstabe abgetragen, an den Endpunkten Perpendikel errichtet und diese, dem Höhenabstand der Kurven entsprechend, 3 Metr. lang gemacht, so sind die Verbindungslinien der Endpunkte dieser Perpendikel mit dem Achsenpunkt die Profillinien. In ähnlicher Weise werden an allen folgenden Punkten 1, 2, 3, 4 ꝛc. ꝛc. normale Schnitte construirt, und solche in der Weise zusammengestellt, wie solches aus Fig. 4 zu ersehen ist.

In diese Querprofile des Terrains, welche nun in Vereinigung mit dem Längenprofil ein deutliches Bild von der Terrainfläche längs der Straßenlinie

geben, werden die Straßenprofile eingetragen und dabei die Auf- oder Abtrags-höhen aus dem Längenprofil entnommen.

Die Normalprofile der Straße sind auf Taf. III., Fig. 2, angegeben; das Profil (a) gilt für die Strecken, welche auf den Bergabhängen liegen, das Profil (b) für den Theil der Straße auf dem Plateau.

Bei dem Eintragen der Straßenprofile, von welchen der Theil für die Versteinung der Fahrbahn weggenommen wird, erscheint es am zweckmäßigsten, eine Chablone aus Kartenpapier auszuschneiden und diese an jedem Querprofile so anzulegen, daß der Punkt m mit der Straßenachse zusammenfällt.

Die Wasserabzugsgraben werden immer nur an solchen Stellen angelegt, wo die Straße in Abtrag fällt. Die Böschungen im Auf- und Abtrag richten sich nach der Beschaffenheit des Bodens, werden aber gewöhnlich mit $1\frac{1}{2}$ oder höchstens einfacher Anlage ausgeführt, nur in sehr festem Boden oder in Felsen sind die Böschungen steiler anzuordnen.

An solchen Stellen, wo das Terrain sehr steil ansteht, und daher die Böschungen entweder wegen Mangel an Raum gar nicht ausgeführt werden können, oder zu bedeutende Erdarbeiten veranlassen würden, sind Stütz- oder Futtermauern nöthig. Dieselben erhalten an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ Anzug, sind an der Rückseite entweder vertical oder mit einigen Absätzen versehen und werden trocken aufgeführt. Bezüglich ihrer Stärke gelten die frühern Regeln. (Allgemeine Baukunde §. 109.)

d) Berechnung des Auf- und Abtrags.

Zur Berechnung der Erdmassen im Auf- und Abtrag werden die Inhalte der Auf- und Abtragsflächen aus den einzelnen Profilen möglichst genau berechnet, indem man dieselben in Dreiecke und Trapeze zerlegt und die Inhalte dieser letzteren addirt. Die Entfernungen der Profile werden aus dem Längerprofile entnommen oder wenn Auf- und Abträge zwischen zwei Profilen wechseln, nach den frühern Regeln (Allg. Baukunde S. 318) berechnet. Die Rechnungsresultate werden in folgender Ordnung tabellarisch zusammengestellt:

Bezeichnung der Körper.	Grundflächen der Körper.	Längen.	Kubikinhalt. Abtrag.	Kubikinhalt. Auftrag.	Bemerkung.
	Qudr.-M.	M.	Kub.-M.	Kub.-M.	
A und 1	1,44				
	1,79				
	3,23	30	96,9		
	3,6				
	3,6				
	7,2	30		216,0	
1 und 2	1,79				
	1,79				
	3,58	30	107,4		

Bezeichnung der Körper.	Grundflächen der Körper.	Längen.	Kubikinhalt.		Bemerkung.
			Abtrag.	Auftrag.	
	Qudr.-M.	M.	Kub.-M.	Kub.-M.	
	3,6				
	3,6				
	7,2	30		216,0	
2 und 3	1,79				
	0,99				
	2,78	30,3	84,23		
	3,6				
	2,35				
	5,95	30,3		180,28	
3 und 4	0,99				
	3,74				
	4,64	21	99,33		
	10,5	17,2	180,60		$d = \frac{10,5 \cdot 42}{10,5 + 2,35} = 34,4$ M.
	2,35	3,8		8,93	$d = 42 - 34,4 = 7,6$
4 und 5	0,99				
	10,50				
	11,49	38,25	439,49		
	3,74	21,0	78,54		$d = \frac{3,74 \cdot 76,5}{3,74 + 2,83} = 42$ M.
	2,83	17,25		48,64	$d = 76,5 - 42 = 34,5$
5 und 6	0,99				
	0,70				
	1,69	30	50,7		
	2,83				
	2,83				
	5,66	30		169,8	
6 und 7	0,70				
	0,99				
	1,69	30	50,7		
	2,83				
	2,83				
	5,66	30		169,8	
7 und 8	0,99	11,5	11,38		$d = \frac{0,99 \cdot 79,5}{0,99 + 2,43} = 23$ M.
	2,83				
	8,74				
	11,57	39,75		459,9	
	2,43	28,25		68,6	$d = 79,5 - 23 = 56,5.$

Bezeichnung der Körper.	Grundflächen der Körper.	Längen.	Kubikinhalt. Abtrag.	Kubikinhalt. Auftrag.	Bemerkung.
	Qudr.=M.	M.	Kub.=M.	Kub.=M.	
8 und 9	11,17				
	31,62				
	42,79	18,0		770,22	
9 und 10	31,62				
	3,23				
	34,85	18,82		655,87	
10 und 11	16,44	18,82	309,48		
	28,50	17,0	484,50		d = 34 M.
	3,23	1,825		5,87	d = 37,65 — 34 = 3,65
11 und 12	28,5				
	0,75				
	29,25	27,5	804,37		
	23,04	17,75	408,25		d = 35,5 M.
	7,92	4,75		36,62	d = 45 — 35,5 = 9,5
12 und 13	0,75				
	3,04				
	3,79	34,5	130,75		
	7,92				
	4,95				
	12,87	34,5		444,01	
13 und 14	3,04				
	3,01				
	6,05	27,0	163,3		
	4,95				
	4,95				
	9,90	27,0		267,3	
14 und 15	3,01				
	1,9				
	4,91	33	162,03		
	4,95				
	4,95				
	9,90	33		326,7	
15 und 16	1,9				
	0,99				
	2,89	30	86,7		
	4,95				
	4,95				
	9,90	30		297,0	
			3748,5	4341,5	

Nehmen wir nun an, daß der Abtrag im Auftrag 7 Procent mehr Volumen einnimmt, so geben 3748,5 K.-M. Abtrag 4010,8 K.-M. Auftrag, es bleiben somit noch 330,7 K.-M. Auftrag übrig, und müssen solche zwischen den Profilen 7 und 8 von einem neben der Straße gelegenen Materialgewinnungsplatze geholt werden.

e) Vertheilung der Erdmassen und Bestimmung der Transportweiten.

Nachdem die einzelnen Erdmassen, welche zur Bildung des Straßenkörpers bewegt werden müssen, ihrem Volumen und ihrer Lage nach bekannt sind, so bleibt es eine Hauptaufgabe des Ingenieurs, diese Massen zweckmäßig und nach der Lehre des Transports zu vertheilen und die Entfernungen zu bestimmen, auf welche dieselben transportirt werden müssen, berücksichtigend, daß die Summe der Transportwege ein Minimum wird.

Wohl mag es angehen, die Vertheilung der Erdmassen mit Hülfe des Längenprofils vorzunehmen, indem man aus dem letztern die mittlern Transportweiten entnimmt, allein es wird dieses Verfahren immer ein unvollkommenes sein und dürfte nur gerechtfertigt erscheinen, wenn es sich um die Anfertigung eines annähernden Kostenüberschlags handelte.

Eine genaue und zweckmäßige Vertheilung der Erdmassen, sowie eine scharfe Bestimmung der mittlern Transportweiten ist nur dann möglich, wenn die Kubikmassen der Auf- und Abträge als Flächen aufgetragen werden und zwar in der Art, wie es die Fig. 3, Taf. III. angibt.

Die Entfernungen der Profile von A anfangend werden in dem Maßstabe der Situation auf eine gerade Linie aufgetragen. An allen Punkten A, 1, 2, 3 ꝛc. werden Perpendikel errichtet und die Auf- und Abtragsflächen, die erstern abwärts, die letztern aufwärts, als Linien abgetragen. Geht der Auftrag von einem Profile zum andern in Abtrag über, oder umgekehrt der Abtrag in Auftrag, so ist durch den Punkt des Profils, wo die Auf- und Abtragsflächen sich trennen, eine Parallele mit der Straßenachse zu ziehen und sind alsdann die dadurch gebildeten Erdkörper rechts und links von dieser Linie besonders aufzutragen. Z. B. zwischen den Profilen 3 und 4 geht der Auftrag in Abtrag über, der Trennungspunkt liegt in der Achse, so tragen wir die Flächen 0,99 und 3,74 auf die betreffenden Perpendikel und erhalten somit ein Trapez, welches den Kubikinhalt eines Theils der Abtragsmasse angibt; den andern Theil dieser Masse werden wir erhalten durch das Auftragen der Flächen 2,35 und 10,5, wodurch sich zwei Dreiecke ergeben, deren Inhalte den betreffenden Kubikmassen gleich sind. Da nun aber das Abtragsdreieck zum Theil mit dem Trapez zusammenfällt, so haben wir dasselbe in ein anderes zu verwandeln, welches an Inhalt dem ersteren gleich ist und sich an das Trapez anschließt, erhalten somit die in Fig. 3 zwischen den Profilen 3 und 4 angegebenen Flächen.

Hat man nun für die ganze Straßenlinie die Auf- und Abtragsmassen in der bezeichneten Weise als Flächen aufgetragen, so ist die Vertheilung derselben, sowie die Bestimmung der Transportweiten nicht mehr schwierig.

Um vor Allem zu sehen, welche Abtragsmassen zwischen ihren betreffenden Profilen zum Auftrag gebracht werden können, sind die Abtragsflächen um die als Achse angenommene Linie auf die Auftragsflächen herunterzulegen und ist dabei auf die Vermehrung des Abtrags im Auftrage insofern Rücksicht zu nehmen, als man die Abtragsperpendikel um so viele Procente größer annimmt, als die Vermehrung, ebenfalls in Procenten ausgedrückt, beträgt; z. B. bei 7 Procent Vermehrung sind alle Perpendikel mit 1,07 zu multipliziren.

Alle die übrigen Abtragsflächen sind sofort auf die noch übrigen Auftragsflächen zu vertheilen und zwar mit Berücksichtigung

1) daß die Transportwege ein Kleinstes werden, und

2) der Transport möglichst bergab geschieht.

In unserem speciellen Falle mußte die Vertheilung so stattfinden, wie es die Fig. 3 deutlich angibt; es werden dabei der Länge nach transportirt:

279,9	K.-M.	auf	120	M.	Entfernung,
84,6	„	„	226	„	„
327,0	„	„	137	„	„
59,4	„	„	48	„	„
1247,9	„	„	74	„	„
420,7	„	„	230	„	„
284,5	„	„	47	„	„

Zwischen den Profilen 7 und 8 sind noch 330,7 K.-M. außerhalb dem Straßenplanum zu holen.

f) Kunstbauten.

Unter den Kunstbauten einer Straße verstehen wir solche, welche nicht rein Erdarbeiten, sondern auch Maurer- und Steinhauerarbeiten erfordern und in der Regel künstlich fundamentirt werden müssen.

In vorliegendem Falle sind daher nur zwei Kunstbauten zu betrachten, der Wendungsplatz von Profil 8 bis 12 und ein Durchlaß bei Profil 32.

Die Fig. 25, Taf. IV. stellt den Grundriß der Wendung vor; dieselbe ist mit dem mittleren Halbmesser von 24 Met. in der Art construirt, daß man die Horizontalkurven NM, N′M′, N″M″ aus dem Grundplane entnahm, sodann die Profile 8, 9, 10, 11 und 12 in ihren richtigen Abständen auftrug und die zusammengehörigen Profilpunkte durch stetige krumme Linien mit einander vereinigte. Der Anschluß der Böschungen an die Stützmauer zwischen Profil 8 und 10 kann auf mehrere Arten bewirkt werden, doch dürfte die Anordnung, wobei sich die Böschungen in Form eines Viertelkegels an die vordere Mauerfläche anlegen, in der Regel die zweckmäßigste sein. Die Fundamentirung der Stützmauer wird je nach der Beschaffenheit des Bodens entweder auf das natürliche Erdreich oder auf ein Steingestück stattfinden müssen. Die Grabenböschungen werden mit Rasen bekleidet oder wenn das Erdreich locker, mit Steinen abgepflastert; an der Stelle, wo der äußere Straßengraben bei M′ ausgeht, beginnt eine gepflasterte Rinne, in welcher sich das Wasser nach der Richtung des größten Gefälles an der Bergwand herabzieht. In der Mitte der Wendung wechseln die Trottoirs, es müssen

daher die hervorstehenden Trottoirsteine daselbst allmälig niederer werden, bis sie in gleicher Höhe mit der Fahrbahn sind. Die Fahrbahn selbst bildet auf der Wendung eine windschiefe Fläche, welche im Profil 10, wo die Wechslung der Trottoirs stattfindet, horizontal ist.

Was den Durchlaß im Profil 32 anlangt, so ist vor Allem seine Weite nach der vorhandenen größten Wassermenge zu bestimmen; seine Construction wird alsdann je nach der Weite nach Fig. 19, Taf. IV. oder Fig. 7 7a und 7b Taf. V. anzuordnen sein.

§. 15.

Hat man den Straßenzug in der einen oder anderen Weise definitiv festgestellt und in das Längenprofil wie in die Querprofile des Terrains die neue Gefällslinie der Straße und ihre Profile eingetragen, alle Maße als Entfernungen und Höhen der einzelnen Punkte in die betreffenden Plane sorgfältig eingeschrieben, so schreitet man an die Profilirung der Straße. Die Straßenmittelinie wird durch Pfähle bezeichnet, welche man mit den entsprechenden Nummern versieht. Die Auf- und Abträge werden an diesen Pfählen mit Hülfe des Längenprofils durch Latten oder Eingrabungen angegeben. Die Höhenkoten der Auf- und Abträge können entweder mit dem Zirkel aus dem Längenprofil entnommen oder auch durch einfache Berechnung aus den bekannten Längen und Gefällen der Straße ermittelt werden. Immerhin wird es gut sein, sich bei dieser Absteckung einer Planumstabelle zu bedienen, aus welcher für alle Punkte der Mittellinie die entsprechenden Höhen oder Tiefen von der Terrainoberfläche aus entnommen werden können.

Gleichzeitig mit der Profilirung der Straßenachse werden auch die Breiten der Fahrbahn, Fußwege, Graben rc. rechts und links von derselben abgetragen und mit Pfählen bezeichnet, die Böschungen im Auftrag mit Latten, im Abtrag durch entsprechende Ausgrabung angegeben.

Die vorkommenden Kunstbauten werden auf Grund der angefertigten Detailplane und Profile abgesteckt.



Vierter Abschnitt.

Erd- oder Grundbau der Straßen; Bauart, Entwässerung und Querschnittsform derselben.

Erd- oder Grundbau der Straßen; Bauart, Entwässerung und Querschnittsform derselben.

§. 16.

Der Ausdruck Erdbau bezeichnet jede Arbeit von Auffüllung oder Abgrabung, welche zur Herstellung des Straßenkörpers vorgenommen wird.

Da die Erdoberfläche niemals so eben beschaffen ist, daß eine Linie auf ihr ermittelt werden kann, welche allen Anforderungen in Bezug auf das Alignement und die Gefällsverhältnisse entspricht, so wird wohl in allen Fällen eine mehr oder minder bedeutende Ausgleichung der Erdoberfläche vorgenommen werden müssen.

Diese Ausgleichung geschieht durch Abheben oder Aufschütten von Erde oder Gestein an den zu hoch oder zu tief gelegenen Stellen.

Die Erdoberfläche besteht aus festen oder aufgelösten Felsmassen, Gerölle, Kies oder feinem Sand, Sand mit Thon oder reinem Thon und sogenannte Acker- oder Dammerde.

Diese verschiedenen Bodenarten haben verschiedene Eigenschaften und geben somit auch Straßenkörper von mehr oder weniger guter Beschaffenheit, je nachdem sie die Fähigkeit besitzen, sich zu einer festen Masse zusammenzusetzen.

Feste Felsenmassen stehen selten in langen Strecken so zu Tage, daß sie für das Fuhrwerk eine ebene Bahn bilden; wo dieses einmal vorkommen sollte, bilden sie Wege, welche wenigstens in Beziehung auf Festigkeit der künstlichen Nachhülfe nicht bedürften.

Besteht die Erdoberfläche aus Geröllen, Kies oder reinem Sande, so bildet dieselbe zwar eine gute Grundlage, allein für eine Fahrdecke wird dieses Material nicht in allen Fällen genügen, denn es bietet für schwere Lasten nicht hinreichenden Widerstand, die Räder der Wagen sinken tief ein und bilden Geleise; besonders ist dieß bei feinem Sande der Fall. Selbst für Fußgänger ist der reine Kies oder Sand wegen der Leichtigkeit, mit welcher sich die einzelnen Kies- oder Sandtheile übereinander schieben, sehr lästig.

Befindet sich aber im reinen Kies- oder Sandboden nur so viel Thonerde, daß sie kaum dessen Zwischenräume ausfüllt, so bildet derselbe sowohl im trockenen wie im nassen Zustande ordentliche Wege für geringe Lasten, besonders vortreffliche Fußwege.

Ist dagegen zu viel Thonerde dem Sande beigemengt, so bildet die Mischung zwar bei trockener Witterung gute Fußwege, allein bei anhaltender Nässe erweicht die Thonerde, der Weg wird nachgiebig und nimmt Eindrücke an; die Räder der Fuhrwerke bilden tiefe Geleise, in welchen das Wasser stehen bleibt und noch mehr zur völligen Erweichung des Bodens beiträgt. Dasselbe ist auch der Fall, wenn dem Sande Acker- oder Dammerde im Ueberflusse beigemengt ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wenn der geebnete Theil der Erdoberfläche, worauf die Straße zu liegen kommen soll, nicht gerade aus festem Gesteine besteht, beinahe in allen andern Fällen eine künstliche Befestigung erfordern wird, daß ferner nur dann der natürliche Boden etwa für minder schwere Fuhrwerke und Fußgänger geeignet erscheint, wenn er aus Kies oder Sand besteht, dessen Zwischenräume mit Thonerde ausgefüllt sind.

Es geht aber auch ferner daraus hervor, daß für alle Bodenarten, die, längere Zeit mit Wasser in Berührung stehend, durchweichen, eine Entwässerung des Wegkörpers rathsam, ja sogar nothwendig sei.

Wir haben daher zunächst zu betrachten:

1) Wie ist die ausgeglichene Erdoberfläche, auf welcher schwere Lasten gehen sollen, zu befestigen, damit sie genügenden Widerstand darbietet?
2) Auf welche Weise hat die Entwässerung des Straßenkörpers stattzufinden, damit keine Erweichung desselben eintritt?
3) Welche Querschnittsformen resultiren aus den vorhergehenden Bedingungen und aus der Größe des Verkehrs auf einer Straße für dieselbe?

§. 17.

1. Bauart der Straßen.

Die Bauart einer Straße oder überhaupt eines Wegs wird verschieden sein, je nachdem derselbe für Fußgänger oder Lastträger, Zug- oder Lastthiere, leichtes oder schweres Fuhrwerk bestimmt ist.

a) Fußwege.

Die Wege für Fußgänger folgen gewöhnlich derselben Traçe, wie die Wege für Fuhrwerke, theils um der Cultur nicht zu viel Boden zu entziehen, theils der Kosten wegen. Um die Nothwendigkeit eines besondern Fußwegs an der Seite eines Fahrwegs zu beurtheilen, muß man auf die beiläufige Anzahl Fußgänger, welche die Straße passiren, Rücksicht nehmen.

Bei großem Lokalverkehr zwischen zwei Orten werden die Fußwege bisweilen sehr wichtig und finden sich deßhalb häufig als besondere Nebenwege der Fahrbahnen, besonders in der Nähe größerer Städte, wo sie öfters als mehr oder weniger breite Alleen hervortreten.

Gewöhnlich erhalten die Fußwege gleiche Höhe mit der Fahrbahn und schließen sich derselben unmittelbar an; es ist dieß gerade nicht die zweckmäßigste Anordnung, indem das auf die Fahrbahn fallende Regenwasser bei geringem

Längengefälle nur über diese Fußwege seinen Abfluß findet; nur der Kostenpunkt rechtfertigt eine solche Einrichtung und zwar dort mit Recht, wo der Verkehr keine Bedeutung hat und gutes Straßenmaterial zu Gebote steht.

Es wäre im Allgemeinen für die Fußgänger besser, wenn die Fußwege etwas höher als die Fahrbahn lägen oder von ihr durch ein kleines Gräbchen getrennt wären, zumal da auch die Fuhrwerke keine Beschädigung der Fußwege hervorbringen und die Fußgänger vor denselben gesichert würden; allein erhöhte Fußwege haben die Nachtheile, daß sie das rasche Abtrocknen der Fahrbahn etwas hindern und den Abzug des Wassers von der Straßenoberfläche mehr oder weniger unvollständig machen.

Man wird daher nach örtlichen Verhältnissen und nach der jeweiligen Wichtigkeit der Fußwege zu ermessen haben, in welcher Weise dieselben am entsprechendsten angeordnet werden. Da das Gewicht des Fußgängers und selbst des Lastträgers nur gering ist, so sind die weniger widerstehenden Materialien hinreichend, um die Oberfläche der Bahn zu bilden. Auch ist die Abnützung sehr unbedeutend. Eine Decke von 0,06 bis 0,09 Metr. Dicke von solchen Materialien, die sich gehörig verbinden, eine ebene Oberfläche bilden und durch Wasser nicht erweichen, genügt in den meisten Fällen.

Feste, ganz klein zerschlagene Steine, feiner Kies und grober Sand sind sehr geeignete Materialien für Fußwege; jedoch ist es nothwendig ihnen ein Verbindungsmittel zu geben, welches aus einer thonigen etwas fetten Erde besteht.

Ein leichtes Walzen der Fußwege mit 250 bis 500 Kilogr. schweren Cylindern ist sehr zu empfehlen.

b) Reit- und Lastthier-Wege.

Diese Wege sind so wie die Fußwege im Gebrauche gewesen, ehe die Wagen noch allgemein waren, sie sind jetzt noch in gebirgigen Ländern, längs schiffbaren Flüssen und Kanälen, so wie in einigen Staaten längs der Landstraßen sehr häufig zu finden. Die Beschaffenheit der Oberfläche dieser Wege soll im Allgemeinen so sein, daß das Pferd, welches durchschnittlich ohne Last zu 300 bis 350 Kil. und mit Belastung zu 450 Kil. anzunehmen ist, nicht einsinkt, festen und sichern Tritt hat, und daß die Füße der Zugthiere möglichst geschont werden. Das schwer beladene Pferd bewegt sich nur langsam und die Einwirkungen dieses Lastthiers auf die Bahn können nicht in Betracht kommen gegen die schnelle Bewegung der Rennpferde und den sehr kräftigen Tritt der Zugpferde an Kanälen und schiffbaren Flüssen. Die Pferdebahn leidet, wenn das Pferd langsam geht, nur durch den Druck der Füße, dagegen wenn es schnell geht, zugleich durch das Zurückschlagen der Materialien, wenn die Bahn nicht sehr fest ist.

Eine mit reinem Kies oder Sand hergestellte Oberfläche würde daher nicht genügen; ebenso wenig eine blos aus klein zerschlagenen Steinen gebildete Bahn, da eine Verbindung oder Consolidirung durch den Tritt der Pferde nicht stattfindet.

Eine Bahn, nur aus Thon- und Dammerde gebildet, würde zwar im trockenen Zustande den Anforderungen entsprechen, allein bei nasser Witterung würde sie erweichen und die Pferde würden einsinken. Es ist daher nothwendig

eine Verbindung beider Materialien eintreten zu lassen, und die Oberfläche aus grobem Sande, feinem Kies oder klein zerschlagenen Steinen, untermengt mit Thon- oder Dammerde zu bilden, und diese Decklage auf eine Lage von gröblich zerschlagenen Steinen oder groben Kies zu betten, wenn die Unterlage nicht schon aus einer Bodenart besteht, die das Wasser leicht durchsickern läßt.

Erfahrungsgemäß genügt für die obere Lage eine Dicke von 0·06 bis 0·075 Meter und für die untere von 0·09 Meter.

Ein gehöriges Festwalzen beider Lagen ist bei den Reitwegen sehr zu empfehlen. Das Gewicht der Walze genügt mit 2500 bis 3000 Kilog.

Die Zugwege an den Seiten der Kanäle und schiffbaren Flüssen werden gewöhnlich macadamisirt, d. h. aus klein zerschlagenen Steinen gebildet. In England besteht die Bahn gewöhnlich aus zwei Lagen, wovon die untere, je nach Beschaffenheit des natürlichen Bodens, eine Stärke von 4 bis 6″ hat, und von runden oder eckigen Kiesel- oder Kalksteinen von höchstens 1½″ Größe gebildet ist, die obere dagegen aus Kies besteht und nur eine Dicke von 1 bis 1½″ hat.

Zuweilen hat man auch einen mergelartigen Lehm angewandt, um die untere Lage zu verbinden, oder man hat die obere Lage mit Hammerschlacke oder Schlacken bedeckt, welches eine sehr ebene Bahn abgibt.

c) Fahrbahnen.

Die Fahrbahn einer Straße muß der Art construirt sein, daß sie dem Fuhrwerke zu allen Zeiten eine feste und ebene Oberfläche darbietet.

Die Festigkeit wird erreicht durch eine gute Auswahl von Materialien und durch die Verbindung derselben zu einem zusammenhängenden Ganzen, welches sich unter allen Umständen möglichst gleich bleibt; die Ebene aber durch eine angemessene Behandlung der obersten Decklage der Straße.

Das gewöhnliche Material zur Fahrbahn ist Stein in Gestalt von klein zerschlagenen Stücken (Schotter) oder Kies, was die sogenannten Schotter- oder Kiesstraßen gibt, oder in Gestalt von regelmäßig geformten Stücken oder größern Geschieben, womit die Pflasterstraßen ausgeführt werden.

Die Bildung eines solchen selbstständigen Ganzen erfolgt unter folgenden Umständen:

1) Müssen Steinstücke so neben- und aufeinander liegen, daß sie sich bei der Einwirkung des Fuhrwerks auf ihre Oberfläche so ineinanderschieben, verspannen und übergreifen, daß jeder den obern Stücken ertheilte Stoß und Druck der übrigen Masse mitgetheilt und so die Last der Fuhrwerke auf einen größern Theil des Planums vertheilt wird.
2) Müssen sich die festen Steinstücke unmittelbar aneinander anschließen und es darf sich daher keine thonartige Masse oder Sand zwischen denselben befinden, da hierdurch der innige Verband der Steine aufgehoben würde, wohl aber dürfen die Zwischenräume der sich berührenden Steinstücke mit Sand oder Steinsplitter ausgefüllt sein.
3) Muß der Boden, auf welchen dieses Steingefüge zu liegen kommt, sofern er nicht aus Sand, Kies oder Steintrümmern besteht, vor Erweichung

gesichert sein, indem andernfalls dasselbe die Last der Fuhrwerke nicht tragen könnte und versinken würde.

4) Muß die Dicke dieser Steinmasse so viel betragen, daß:
   a) mehrere Steinstücke über einander zu liegen kommen und sich gegenseitig übergreifen;
   b) sie dem Drucke der Räder hinreichend widerstehen kann;
   c) sie eine möglichst wasserdichte Decke über dem Planum der Straße bildet.

5) Muß zu der oben bezeichneten engen Zusammenfügung und Verspannung der Steinstücke entweder das Fuhrwerk einige Zeit bei nasser Witterung auf sie eingewirkt haben, oder es muß eine Druckwalze von 5000 bis 6000 Kilogr. Gewicht vor der Benutzung der Straße in Anwendung gebracht worden sein.

Erfahrungsgemäß erheischen diese Erfordernisse eine Gesammtdicke der Steinbahn von 0·18 bis 0·3 Meter, je nach der Güte des Materials und der Schwere der die Straße befahrenden Fuhrwerke, so wie auch der Breite der Radfelgen.

Die Dicke der Fahrbahnen ist in verschiedenen Zeiten sehr verschieden angenommen worden. Auf den römischen Straßen betrug sie mindestens 36, oft 40″ und mehr. So hatte eine Straße zwischen Trier und Köln im Küllthal die auf Taf. IV. Fig. 7 angegebene Versteinung; a ist eine 10″ starke Grundlage aus Kalksteinplatten in Mörtel versetzt, b eine 10″ starke Lage Grauwackesteine mit Lehmerde in den Fugen, c eine 6—8″ dicke Lage von festgeschlagenem Lehm mit Sand vermischt, d eine 9″ hohe in Mörtel gelegte Kieslage, e endlich eine 6 bis 10″ hohe Lage klein geschlagener Grauwackesteine mit Kies vermengt und mit Kalkmörtel verbunden.

Bei einer andern Römerstraße, die von Trier in die Gegend von Kaiserrath führte, hat die Versteinung folgende in Fig. 7a angegebene Zusammensetzung: b ist ein 10″ starkes Fundament aus behauenen Grauwacken in Mörtel versetzt, c eine 8″ starke Lage klein geschlagener Grauwackesteine mit Mörtel verbunden, d eine 6″ starke Lage dicht geschlagener Lehmerde, e eine 14 bis 19″ starke Lage von Kies mit Kalkmörtel verbunden.

Bei der Einführung des Straßenbaues in neueren Zeiten glaubte man darin auch nicht genug thun zu können und gab den Versteinungen eine Stärke von 24 bis 28 Zoll; noch vor 30 Jahren nahmen die französischen Ingenieure 16″ oder 48 Centim. an. In neuester Zeit sorgt man für die Entwässerung des Straßenkörpers und richtet sich hinsichtlich der Stärke der Versteinung nach der Breite der Radfelgen und der Schwere der Fuhrwerke, welche die Straße befahren. Man gibt der Mitte der Versteinung der großen Handelsstraßen, welche mit Fuhrwerken von 9000 Kilogr. Ladung befahren werden 0,3 Metr., auf andern mit leichtem Fuhrwerke 0,27 Meter, und auf Straßen für bloßes Landfuhrwerk 0,18 Meter Dicke. Nur bei ganz weichem Material, welches schnell vom Drucke der Räder zermalmt wird, setzt man obigen Dimensionen noch 8 bis 9 Centimeter zu.

Wesermann*) war der erste, welcher im Jahre 1814 seine Erfahrungen über dünnere Steinbahnen mittheilte, wonach dieselben aus zerschlagenen Steinen von $^3/_4$" Dicke gebildet, sich vorzüglich gehalten haben.

Mac-Adam nimmt für Landstraßen 10" als Norm an, und bildet die ganze Versteinung aus klein geschlagenen gleich großen Steinen. Er verlangt hauptsächlich einen trockenen Grundbau und hält daher für nothwendig, Graben an den Seiten der Straßen zu bilden, und daß die Steinlage erst in einer Höhe von 3 bis 4" über dem Wasser der Graben anfange. Die zerschlagenen scharfeckigen Steine läßt er in ganz dünnen Lagen nach und nach aufwerfen, so daß die der obern Lage immer in die Vertiefungen, welche die unteren bilden, zu liegen kommen, und also die Zwischenräume so viel wie möglich gleich ausgefüllt werden.

Trésaguet scheint der erste gewesen zu sein, welcher gute steinerne Straßen in Frankreich angelegt hat. Nachdem der Grundbau vollendet war, machte er in der Mitte des Planums eine Ausgrabung, deren Sohle einige Convexität zeigte. legte darin die Steinbahn wie in Fig. 3 Taf. IV. an, indem er auf die Seiten eine Reihe Einfassungssteine hinstellte; als Grundlage diente eine 0,15 bis 0,2 M. hohe Schicht conischer Steine (moellons), auf welche eine 0,08 bis 0,1 Metr. hohe Schicht kleinerer Steine folgte, welch letztere zum Theil die Zwischenräume der Grundsteine ausfüllten. Auf diese Grundlage wurde mit der Schaufel eine dritte 0,09 M. dicke Schicht Schottersteine von der Größe wie Nüsse hingeschüttet, wozu man die härtesten nahm.

Duleau gibt den drei Schichten der Steinbahn, wenn solche auf vegetabilischer Erde ruht, eine Dicke von 0,36 M., aber wenn der Grund sehr fest ist, vermindert er die Dicke auf 0,3 M. Den Steinen der obersten Decklage gibt er eine Größe von 0,03 Metr.

Im Königreich Preußen muß eine Kunststraße, welche als Frachtstraße dienen soll, auf folgende Art angelegt sein:

1) Wenn fester, z. B. aus Felsengrund bestehender Boden, es nicht überflüssig macht, werden zu beiden Seiten der Länge nach 10 bis 12" **) lange, 4 bis 6" starke Rand- oder Bordsteine dicht nebeneinander gesetzt, die so weit mit den Köpfen hervorstehen müssen, als der Steinbahn Stärke auf den Seiten gegeben werden soll. Diese Bahn hat:

2) Eine Steinbahn unten, die in der Mitte bei minder festem Gestein 12" und bei hartem 8" im Minimum stark sein muß, nachdem ihre Befestigung durch Rammen oder Walzen bewirkt worden ist. Hier wird angenommen, daß die Steinbahn 9" in der Mitte und 6" an den Seiten sein soll. Sie besteht aus:

a) Einer Packlage von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$" hohen Steinen, welche ihre größte Fläche nach unten und ihre Spitze nach oben kehren. Sie werden alle mit ihren Grundflächen so dicht als möglich aneinander gesetzt, die höhern in die Mitte, die niedrigern an den Seiten. Die Lücken zwischen den Packsteinen werden mit 2 bis 3" großen Steinstücken ausgefüllt und mit

---

*) Wesermann, Handbuch für Straßen- und Brückenbau, Düsseldorf 1830.

**) Preußisches Maß

dem Hammer eingekeilt, doch so, daß die ganze Packlage eine rauhe, völlig unebene Oberfläche behält.

b) Der zweiten Steinlage, welche 1 bis 1½" starke, zerschlagene Steine hat, und so stark gemacht wird, daß sie mit der Packlage zusammen etwa ⅔ der Dicke der ganzen Versteinung ausmacht. Diese Lage wird 2 bis 3 mal mit einer, einschließlich der Belastung etwa 60 bis 70 Centner wiegenden Walze von den Bordsteinen nach der Mitte hin überwalzt.

c) Der obern Steinlage, die ebenfalls aus 1 bis 1½" starken Stücken besteht und ⅓ der Höhe der Steinbahn erhält. Diese Lage, welche die Bordsteine deckt, muß nach einer Lehre, welche auf die Köpfe der Bordsteine gesetzt wird, verbreitet, und mit einer Walze, die im Anfange nur 50 bis 60 Ctnr. schwer ist, aber nach und nach stärker belastet wird, bis sie 100 bis 120 Ctnr. wiegt, 5 bis 8 mal, je nach der Härte der Steine, überwalzt werden, bis die Steindecke so fest geworden, daß ein mit 50 Centner beladener Wagen darüber hinwegfahren kann, ohne einen merklichen Eindruck seiner Räder zurückzulassen. Die Ueberwalzung geschieht von den Bordsteinen nach der Mitte zu.

Die härtesten Steine müssen, wo sie nicht in hinreichender Menge vorhanden sind, zu den obern Lagen angewandt werden, und wenigstens zu der Decklage vorhanden sein. Alle Steine, die Bordsteine ausgenommen, müssen scharfeckig sein.

3) Eine Kiesbahn oben, wozu je nach der Härte des Gesteins eine 2 bis 3" starke Lage von reinem Kies hinreicht, die auf folgende Weise aufgebracht wird:

a) Nachdem die gewölbte Oberfläche der Steinbahn durch das Walzen fast alle Rauheit verloren hat, wird eine dünne Lage etwas feuchten Lehms auf die Bahn ausgebreitet und mit einer Walze von 100 bis 120 Ctnr. überfahren.

b) Auf dieser Lehmlage wird der Kies aufgestreut und festgewalzt.

Umpfenbach gibt für die Steinbahnen der Kunststraßen folgendes als Norm an:

Bei 12" hoher Versteinung wird die untere Lage in der Mitte 6" hoch, mit 5- bis 6zölligen, die zweite 3" hoch, mit 2- bis 3zölligen Steinen; bei 9" hoher Versteinung aber die untere 3" hoch, mit 3- bis 4zölligen, die zweite ebenfalls 3" hoch, mit 2- bis 3zölligen; bei 6" hoher Versteinung die untere 3" mit 3zölligen Steinen angelegt. Die Dicken der beiden untern Lagen nehmen bei den 12- und 9zölligen Versteinungen jede um 1" bis zum Rande hin ab, so daß jedenfalls die dritte Lage, Decklage genannt, bei allen Fällen auf die ganze Breite der Fahrbahn 3" stark ist.

Auch bei Kiesstraßen, welche ganz von Kies gebaut werden, wird dieser Uebergang von dickern zu dünnern Steinen beobachtet, so daß man die dicksten Steine aus dem gewonnenen Kiese hervorsucht, und sie zu der untern Lage verwendet.

Um zu verhindern, daß die Räder die Versteinung nach den Fußwegen hinausdrücken, und besonders um feste Punkte zu haben, wonach bei der künftigen Unterhaltung der Zustand der Straße und die nöthigen Reparaturen aufgenommen

werden können, setzt Umpfenbach ebenfalls Rand- oder Bordsteine und läßt dieselben immer einige Zolle in das Planum eingreifen.

§. 18.

Wenn man erwägt, daß die Steinbahn einer Straße öfters den größten Aufwand verursacht, so muß es von Wichtigkeit für den Ingenieur sein, diejenige Stärke derselben zu kennen, welche erfahrungsgemäß unter verschiedenen Umständen die beste ist.

Nimmt man, wie dieß sehr allgemein beachtet wird, zwei verschiedene Lagen, eine Grund- und eine Decklage an, so findet die Verminderung der Dicke der Steinbahn ihre Grenze oft in der Gestalt der Grundsteine; denn häufig fallen Basalte und andere Steingattungen durch natürliche Zerklüftung in Stücke von 0,15 bis 0,18 Met. und es wird eine Ersparniß am Schlagerlohn erzielt, wenn man diese Stücke in ihrer natürlichen Form verwendet. Wird hierauf nicht eine Decklage von 0,09 bis 0,12 Met. Stärke aufgebracht, so haftet sie nicht fest und es treten durch die statthabende Abnutzung der Oberfläche die Grundsteine leicht zu Tage, wodurch die Straße uneben und schlecht wird. Eine Gesammtstärke der Versteinung von 0,24 bis 0,3 Meter erscheint also hier absolut nothwendig.

Hat man wegen des hohen Preises der Steine Ursache, auf die Verminderung ihres Quantums, selbst auf Kosten der Handarbeitslöhne zu sehen, so wird man gut thun, diese Steine sämmtlich zerschlagen zu lassen, und daraus eine mindestens 0,12 bis 0,15 Met. dicke Lage aus gröberem und eine 0,12 Met. dicke Lage aus feinerem Schotter zu bilden.

Das Zerschlagen sämmtlicher Steine zu gleicher Größe von 0,03 bis 0,045 M. Dicke, welches Mac-Adam vorschreibt, ist zwar gut, aber mit großen Kosten verknüpft; bei theuerem Material, wo es sich darum handelt, den Steinkörper auf ein Minimum der Dicke zu beschränken, ist diese Methode zu empfehlen.

Ist das Deckmaterial von vorzüglicher Art und weit theurer als das zur Grundlage, so kann man sich mit einer Dicke von 0,09 M. begnügen, und gibt der Grundlage eine Stärke von 0,15 bis 0,18 Meter.

Ist dagegen das beste Material auch das wohlfeilste, dann bildet man die ganze Steinbahn von dem gleichen Material.

Ist das einzige zu Gebot stehende gute Material theuer, so zerschlage man es zu gleicher Größe und mache die Bahn möglichst dünn, d. h. für schweres Fuhrwerk 0,24 Metr., für leichtes 0,18 M. Fig. 1 oder 2, Taf. IV.

Ist die Materialanschaffung wohlfeil, das Kleinschlagen aber schwierig und kostspielig, dann lasse man die Grundlage zur Ersparung des Schlagerlohns unzerschlagen, bilde ein 0,12 bis 0,15 Metr. dickes Pflaster (Gestück) und ordne die Steine so an, daß sie mit der größten Fläche auf dem Boden ruhen und die Oberfläche möglichst rauh und zackig wird. Die Zwischenräume des Gestücks keile man nun mit kleinern Steinen aus und bringe sodann die Decklage in einer Stärke von 0,09 bis 0,12 Metr. auf, bestehend aus klein zerschlagenen Steinen von 0,03 bis 0,04 Metr. Dicke. Fig. 3.

Ist das zu Gebot stehende Material nicht fest, und sind die Kosten des Kleinschlagens voraussichtlich geringer als die Bildung eines Gestücks, so zerschlage man es sämmtlich zu gleicher Größe und bilde ein Steingefüge von 0,3 Metr. für schweres und 0,24 für leichteres Fuhrwerk.

Ist das zur Verwendung kommende Material nicht bester Gattung, dagegen der Handarbeitslohn verhältnißmäßig groß, so bilde man zur Ersparniß an Schlagerlohn die Grundlage aus gröbern Steinen von 0,06 bis 0,08 M. Dicke, die obere Decklage dagegen aus feineren zerklopften Stücken von 0·03 — 0·04 M. Dicke. Die Stärke der unteren Lage wird wenigstens 0,18 M., die der obern 0,12 M. Fig. 4.

Da nach diesen auf Erfahrungen gegründeten Bestimmungen zur Grundlage ein größeres Steinquantum erforderlich ist, als zur Decklage, so ist mit aller Sorgfalt auf die Auffindung desselben in möglichster Nähe und auf geringe Gewinnungskosten hinzuwirken.

Wird der Straßenkörper in die Bergwände eingeschnitten, so können oft hierbei schon die nöthigen Steine zur Grundlage erhalten werden. Auch die Anwendung von Kies zur Grundlage und von Basalt oder andern harten Steinen zur Decklage kann unter gewissen Verhältnissen zweckmäßig erscheinen.

Im Allgemeinen bedürfen die Kiesstraßen, selbst wenn die Steinbahn ganz aus Kies besteht, keine größere Stärke als Straßen von mittelmäßig festen Steinen, nämlich 0,24 bis 0,3 Meter.

§. 19.

Die Rand- oder Bordsteine, welche gewöhnlich die Steinbahn einer Straße begrenzen, haben gewisse Vortheile, welche bereits in dem Frühern angeführt wurden und ihre Anwendung noch vor wenig Jahren fast allgemein machte. Bei Straßen, auf welchen die schwersten Frachtwagen gehen und das Planum aus aufgefülltem Boden besteht, dürften die Randsteine auch nicht wohl fehlen, selbst wenn sie verhältnißmäßig theuer wären; in allen andern Fällen aber, insbesondere wenn gutes Straßenmaterial zu Gebote steht, können sie füglich entbehrt werden, indem sie zwei wesentliche Nachtheile haben:

1) daß sie die Kosten bedeutend vermehren;
2) daß sie den Wasserabzug hindern.

Ein sehr einfaches Mittel, die Randsteine zu ersetzen ohne allzu große Kosten aufzuwenden und den Wasserabzug zu hindern, bestünde darin: die Steinbahn auf beiden Seiten durch ziemlich große Bruchsteine zu begrenzen, welche einige Zolle im Boden stecken und etwa ⅔ der Stärke der ganzen Steinbahn zur Höhe haben. Diese Steine bedürfen nicht diese regelmäßige Form und Bearbeitung wie die eigentlichen Randsteine, und da sie von der obersten Schotterlage überdeckt werden, so hindern sie in keiner Weise den Abzug des Regenwassers; um dabei wieder für die künftige Unterhaltung der Straße feste Punkte zu haben, dürfte es genügen in Entfernungen von 30 zu 30 Metr. einen Randstein in die Höhe der Fahrbahnoberfläche zu setzen.

§. 20.

Ueber Pflasterungen.

Gepflasterte Bahnen pflegt man gewöhnlich bei Straßen anzulegen, welche von sehr schwerem Fuhrwerke befahren werden, oder bei welchen ein gutes Material für die Steinbahn, insbesondere die Decklage fehlt. Auch in Städten und Ortschaften sind Pflasterungen den Steinbahnen vorzuziehen, weil letztere während der nassen Witterung durch Mangel an Luftzug beständig kothig sind, und bei trockenem Wetter den Anwohnenden durch Staub beschwerlich werden.

Die Bedingungen eines guten Straßenpflasters sind folgende:

1) Müssen die Steine möglichst fest sein; diejenigen Gattungen, welche sich vorzugsweise eignen, wurden früher bezeichnet. Haben die Steine eine schiefrige Textur, so müssen die Ablösungsflächen eine senkrechte Stellung erhalten, weil sie sich sonst leicht abblättern würden.

2) Die Form der Pflastersteine richtet sich nach den Gesteinarten, welche man dazu verwenden kann. Der feste grobkörnige, in Grauwacke übergehende Sandstein, der sehr feste Kalk, mehrere Basalt- und Granitarten lassen sich mit mehr oder weniger Kosten zu regelmäßigen Würfeln mit ebenen Flächen zurichten, und solche Steine sind wegen des völligen Schlusses, den sie durch die großen Berührungsflächen gegen einander haben, allerdings die besten.

Eine etwas keilförmige Bearbeitung der Steine und eine gewölbähnliche Zusammensetzung derselben auf dem Grundbau ist sehr zu empfehlen, indem sich die Steine bei dem Nachrammen des Pflasters fest aneinander setzen und verspannen.

Die lagerhaften Gesteine, als Kieselschiefer und feste schiefrige Grauwacke, lassen sich am leichtesten verarbeiten, weil dann der Stein, so wie er aus dem Bruche kommt, schon zwei glatte Flächen und manchmal auch einen ebenen Kopf hat. Steine dieser Art, die nicht zu spröde sind, geben ein eben so gutes Pflaster als würfelförmige, allein sie müssen mehr Höhe erhalten wie die letztern.

In Gegenden, wo man keine Bruchsteine findet, werden auch größere Flußgerölle, Geschiebe, oder sog. Wacken zur Pflasterung verwendet. Diese Steine haben meist eine sehr unregelmäßige Gestalt, deßwegen sollte man sie nicht unzubereitet verarbeiten; man sucht vor Allem eine der Flächen als Kopf eben zu hauen, und richtet dann die übrigen Seiten so gut zu als es die Gestalt und Sprödigkeit der Steine erlaubt.

Bei gänzlichem Mangel an Steinen wendet man, wie in Holland, die härtesten Klinker, auf die hohe Kante gestellt, zum Pflaster an, welches zwar dem schweren Frachtfuhrwerke nicht widersteht, aber bei leichterem Fuhrwerke sehr glatt und dauerhaft ist. Die Fig. 6 und 6 a Taf. IV. zeigen eine solche Klinkerstraße im Durchschnitte und Grundriß.

3) Jedes Pflaster muß auf einem Untergrunde liegen, welcher das Wasser durchläßt und also nicht durch Nässe erweicht, z. B. Steinabfällen, Kies, Sand. Besteht der Untergrund aus Thon- oder Dammerde, so sollte das Pflaster auf eine 0,3 M. hohe Sand- oder feine Kieslage gesetzt werden; besteht er aus Steinen,

so ist immer so viel Sand nöthig, als eben zu der Einsenkung des Pflasters bei dem Nachrammen erfordert wird, wozu eine Schicht von 0,09 bis 0,12 Meter genügt. Fig. 5.

4) Zur möglichsten Verminderung des Widerstandes an dem Umfange der Wagenräder, Annehmlichkeit des Fahrens, Dauer und Schönheit des Pflasters ist es ferner nöthig, daß die obern Seiten der Steine, die Köpfe, eine ebene Fläche bilden.

5) Zur Festigkeit, Widerstandsverminderung, Reinlichkeit und Schönheit ist es ferner nöthig, daß die Fugen auf der Oberfläche möglichst eng sind und in den einzelnen ziemlich gleich breiten Schichten gehörig abwechseln.

6) Das Pflaster soll in regelmäßigen Schichten, die entweder einen Winkel von 45° oder 90° mit der Straßenachse machen, angelegt werden; letzteres ist erfahrungsgemäß besser, da die Ecken der einzelnen Steine nicht so leicht abgefahren werden.

7) Damit die Zugthiere nicht so leicht ausgleiten und damit die Abnützung des Pflasters mehr gleichförmig geschehe, soll man die Pflastersteine nicht über 0,15 bis 0,18 M. in's Gevierte nehmen und die einzelnen Steine möglichst gleich groß machen. Ist dieß zu kostspielig, so müssen die Steine so verlesen werden, daß immer gleich breite in eine und dieselbe Schicht kommen.

So sehr ein gutes Pflaster für Straßen durch Städte und Ortschaften, wegen der Leichtigkeit des Fahrens, Reinlichkeit, Dauer und Schönheit empfohlen werden kann, eben so sehr ist ein schlecht unterhaltenes Pflaster zu verwerfen, indem auf diesem die Zugthiere leichter ermüden und der Widerstand an dem Umfange der Räder weit größer ist als auf einer Steinbahn der Landstraßen, ferner das Fahren für den Reisenden äußerst unangenehm und lästig wird. Es sollten deßhalb gepflasterte Fahrbahnen nur in solchen Orten zugelassen werden, wo ein sehr bedeutender Verkehr Statt findet, und ein gutes Material zur Herstellung und Unterhaltung der Schotter- oder Steinbahn fehlt.

§. 21.

2. Entwässerung des Straßenkörpers.

Sowohl Grundbau als Steinbahn einer Straße leiden Noth durch Feuchtigkeit und Nässe; ersterer wird, wenn er aus Thon- und Dammerde besteht, durchweicht und verliert seine Tragfähigkeit, letztere nimmt allmälig an Härte und Festigkeit ab, die Steine der Decklage werden leichter unter dem Drucke der Räder zermalmt, es bilden sich Rinnen und muldenförmige Vertiefungen, in welchen das Regenwasser stehen bleibt, wodurch die Erweichung des ganzen Oberbaues der Straße immer noch größer und zuletzt die Straße selbst ganz unfahrbar wird.

Es ist daher nothwendig dahin zu wirken, daß das auf eine Straße fallende Regenwasser so schnell als möglich wieder von derselben entfernt und das vorhandene Grundwasser unschädlich gemacht werde.

Auf einer Straße, deren Fahrbahn horizontal wäre, würde es sich allerdings am bequemsten gehen, reiten und fahren lassen. Diese Form ist aber gerade wegen

der Ableitung des Wassers nicht anwendbar, denn selbst in Steigen, wo das Wasser der Länge der Straße nach abliefe, würden sich Rinnen bilden. Das Wasser muß demnach nothwendig im Querschnitte der Straße ein Gefälle finden, nach welchem es abzieht, und dieses kann auf dreierlei Arten erhalten werden:

1) Das Wasser wird nach der Mitte geleitet. Abgesehen von der Unbequemlichkeit, welche eine gepflasterte Rinne für das Fuhrwerk hätte, ist diese Bauart nicht anwendbar, weil sie bei heftigem Regen durch die Wassermenge, und im Froste durch Glatteis die Straße unfahrbar macht.

2) Das Wasser wird nach der einen Seite der Straße geleitet, wodurch der Querschnitt aus einer geneigten geraden Linie besteht. Die Neigung der Fahrbahn darf aber nur schwach sein, weil sonst das Fahren beschwerlich würde.

Auf Straßen in der Ebene oder überhaupt auf solchen mit geringem Gefälle ist diese Bauart nicht anwendbar, weil die geringste Spur, welche ein Wagen einfährt, den Abzug des Wassers hemmt, wodurch die Straße feucht bleibt. Brauchbar ist ein solcher Querschnitt nur bei Gebirgsstraßen oder Steigen, wo zu dem Quergefälle noch das Längengefälle kommt, und so das Wasser nach der Richtung des größten Gefälles abziehen kann. Alsdann wird die Straße nach der Bergwand hin geneigt, wodurch das Fuhrwerk vom Abhange, der gewöhnlich hohe Böschungen oder Stützmauern hat, nach dem Berge hingewiesen wird, so daß dadurch, besonders wenn erhöhte Trottoirs angeordnet sind, die Geländer gespart werden.

Selbst aber bei Steigen hat ein solches Profil den Nachtheil, daß die Fuhrwerke auf eine Seite hängen und in Folge der Reibung an den Radnägeln der tiefergehenden Räder, der der Fortbewegung sich entgegensetzende Widerstand wesentlich vergrößert wird.

3) Das Wasser wird nach beiden Seiten der Straße abgeleitet. Diese Form, in welcher der höchste Punkt der Straße in die Mitte zu liegen kommt, ist die gewöhnliche und auch wohl unter allen Verhältnissen die zweckmäßigste. Der Wasserabzug findet nach der kürzesten Linie statt und die Widerstände, welche sich der Fortbewegung eines in der Mitte gehenden Fahrzeugs entgegensetzen, sind am geringsten.

Sowohl das Wasser, welches von der Fahrbahn der Straße abzieht, als auch das fremde Wasser, welches sich von den angrenzenden Abhängen gegen dieselbe hinzieht, muß durch Seitengraben aufgefangen und abgeleitet werden. Solche Seitengraben sind daher absolut erforderlich, wenn die Straße in gleicher Höhe mit dem Terrain oder im Abtrage liegt, wie Fig. 9 und 10, Taf. IV.; sie können aber entbehrt werden, sobald der Straßenkörper einige Höhe hat, oder im Auftrage liegt, wie Fig. 8 und 11.

Die Sohle der Seitengraben muß durchweg einiges Gefälle haben, man legt sie gewöhnlich parallel mit der Straßenoberfläche.

Im Falle die Straße erhöhte Fußwege hat, oder daß die Fahrbahn von den Fußwegen durch kleine Seitengraben getrennt ist, aus welchen das Wasser nach den Seiten hin abzieht, sind kleine gemauerte Ableitungsrinnen unter diesen Fußwegen durchzuführen.

Ein Hauptzweck der Seitengraben ist aber auch noch der, das Grund- und Quellwasser von der Straße abzuhalten. Es läßt sich schon an der Oberfläche eines Bodens erkennen, wenn unterirdische Quellen vorhanden sind; so kann man als sichere Wahrnehmungen annehmen: wo der Schnee im Frühjahr am ersten schmilzt, wo die Kräuter und Pflanzen des Sommers ganz frisch stehen, wenn die Sonne sonst auf den Wiesen das Gras ausdürrt; wo gewisse Wasser- oder Sumpfpflanzen gut fortkommen, wo zur Sommer- oder Herbstzeit weder Thau noch Reif liegt, während die ganze Umgebung damit überzogen ist.

Ist eine Straße über moorigen oder sumpfigen Boden zu führen, so sind die offenen Abzugsgraben so tief zu legen, daß die losern Erdschichten gehörig austrocknen und sich zusammensetzen. In diesem Falle hat man den Straßenkörper in Dammform aus besserem Material, am besten aus Steinen, Kies oder Sand herzustellen und zwar wo möglich schon ein Jahr früher, als die Steinbahn aufgebracht wird. An allen natürlichen Vertiefungen, wo sich sonst Wasser ansammeln könnte, sind besondere Abzugskanäle anzulegen, in welche die Seitengraben einmünden, auch müssen hier so wie an den Punkten wo die Straße über vertiefte Rinnen führt, Wasserdurchlässe oder Dohlen erbaut werden. Dieselben erhalten je nach ihrer Weite die auf Taf. V. Fig. 1, 1 a, 1 b, 1 c, 2, 2 a, 2 b, 2 c, 3, 3 a, 3 b angegebene Construction.

Bei Gebirgsstraßen, wo der Graben auf der Bergseite liegt, muß das Wasser in gewissen Entfernungen nach der Thalseite geführt werden. Zu diesem Behufe werden Querdurchlässe mit oder ohne Sturzrinne angelegt, je nachdem es die Verhältnisse gebieten. Constructionen verschiedener Durchlässe sind auf Taf. IV. Fig. 18, 20, 20 a und Taf. V. Fig. 5, 5 a, 5 b, 5 c angegeben.

Ueberall wo die Gebirgsstraße eine Mulde oder eine Schlucht durchschneidet, welche entweder nur zu gewissen Zeiten oder immer Wasser enthält, ist ein Durchlaß zu erbauen, dessen Weite sich nach der Größe der Wassermenge richtet. Constructionen solcher Durchlässe sind auf Taf. IV. Fig. 19 und Taf. V. Fig. 4, 4 a, 4 b, 4 c angegeben.

Um einer größern Menge Wasser im Thalweg eines Seitenthales, welches von der Straße durchschnitten wird, freien Abzug zu verschaffen, können Brücken nothwendig werden. Die Hauptregeln des Brückenbaues finden auch hier Anwendung und sind in dem ersten Theil unserer angewandten Baukunde enthalten.

Für den besondern Fall, daß ein kleiner Bach die Straße unter einem spitzen Winkel durchschneidet und der Durchlaß nebenbei noch als Durchgang für Personen dienen soll, dürfte die Construction Taf. V. 8, 8 a 8 b empfohlen werden.

Bisweilen kann es auch, besonders wo wenig Wasser abzuleiten ist, zweckmäßig sein, cylindrische Röhren von Gußeisen anzuwenden. Taf. V. Fig. 6, 6 a, 6 b.

§. 22.

3. Querschnittsformen der Straßen.

Wie die Form des Querschnitts einer Straße im Allgemeinen beschaffen sein muß, damit sie allen Anforderungen genügt, haben wir in dem Obigen aus-

einandergesetzt, es bleibt daher zunächst zu untersuchen, wie diese Querschnittsformen in einzelnen Fällen zu nehmen, innerhalb welchen Grenzen die Wölbung der Fahrbahn, die Böschungen der Graben 2c. 2c. zu halten und welche Dimensionen insbesondere den Graben zu geben sind.

a) Wölbung der Straße.

Da die Straße zu flach in der Mitte wird, wenn man sie in ihrer ganzen Breite nach einem kreisförmigen oder elliptischen Bogen bildet, so erscheint es am besten, den Querschnitt der ganzen Straße nach zwei geraden Linien zu bilden, welche höchstens durch einen kleinen Kreisbogen von 1 bis 2 Meter Radius in der Mitte verbunden werden.

Nach der ältern französischen Methode erhält die Bahn eine Neigung nach den Seiten von $1/_{10}$ bis $1/_{12}$.

Umpfenbach gibt der 20′ breiten Steinbahn eine Wölbung von $1/_{80}$ bis $1/_{30}$ oder eine Neigung von $1/_{40}$ bis $1/_{15}$. Wenn die Materialien gut sind, oder die Straße ein bedeutendes Längengefälle hat, macht er die Wölbung kleiner, als wenn schlechte Materialien und wenig Längengefälle vorhanden sind.

Pechmann verlangt eine Wölbung von $1/_{36}$ der Breite der Fahrbahn. An Bergabhängen will er die ebene Bahn mit einer Neigung von $1/_{40}$ gegen die Bergseite anlegen.

Nach der preußischen Anweisung muß die Neigung der Steinbahn nach erfolgter Abwalzung $1/_{24}$ sein, wenn das Längengefälle nur zwischen $1/_{576}$ und $1/_{144}$ liegt; $1/_{36}$ wenn es zwischen $1/_{72}$ und $1/_{48}$, und $1/_{48}$ wenn es zwischen $1/_{20}$ und $1/_{18}$ ist. Die Wölbung der Kiesbahn muß zwischen $1/_{18}$ und $1/_{36}$ sein nach dem Verhältnisse der Gefälle. Den Sommer- und Fußwegen wird ein Abhang von $1/_{24}$ bei ziemlich wagrechter Lage der Kronenlinie gegeben.

Mac-Adam gibt den Fall der gehörig consolidirten Bahn zu $1/_{36}$ bis $1/_{60}$ an.

Im Großherzogthum Baden hat man die Wölbung bei Straßen in der Ebene oder in hügelichtem Terrain gleich der Neigung bei Straßen im Gebirge auf $1/_{36}$ — $1/_{45}$ der Fahrbahnbreite bestimmt, je nach der Güte des Straßenmaterials. Bei gepflasterten Straßen behält man das elliptische Profil bei und gibt eine Wölbung von $1/_{70}$ — $1/_{80}$. Die Trottoirs kommen in die gleiche Höhe mit der Fahrbahnmittellinie zu liegen und die Abzugsrinnen erhalten die in Taf. IV. Fig. 5 angegebene Form und Zusammensetzung.

b) Seitengraben und Böschungen.

Die Grabenböschung nach der Straße hin erhält $1\frac{1}{2}$fache Anlage. Eine steilere Böschung wird, wenn der Boden auch fest ist, durch die danebengehenden Fußgänger bald ausgetreten und beraset sich nicht leicht.

Die Breite der Grabensohle richtet sich nach der Menge des abzuführenden Wassers, und wird, da man für die Entfernung des fremden Wassers auf andere Weise sorgt, selten groß, daher in der Regel eine Breite von 0·3 bis 0·45 Meter hinreicht.

Die Tiefe des Grabens muß ebenfalls zur Abführung des Wassers und außerdem zur Entwässerung des Straßenkörpers hinreichend sein. Wenn nicht viel Wasser abzuführen und der Boden ziemlich trocken ist, so reicht eine Tiefe von 0·5 Metr. hin, bei quelligem oder gar sumpfigem Boden wird aber 0·6 bis 0·8 Metr. angenommen. Auch dann, wenn die Umstände eine höhere Lage der Straße erfordern, gewinnt man die dazu nöthige Erde dadurch, daß man die Graben breiter und tiefer macht.

Die Neigung der äußeren Grabenböschung richtet sich hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Bodens, wird aber selten kleiner als mit einfacher Anlage angenommen.

Jeder Graben muß einiges Gefälle haben, man legt daher die Grabensohle, wie schon erwähnt, parallel mit der Fahrbahn der Straße.

Gräben, welche in einen guten Boden eingeschnitten sind, werden sich ohne besondere Vorkehrung von selbst berasen. Nur in Steigen, deren Gräben ziemlich viel Wasser abführen und aus Sand oder Thon bestehen, kann man die Berasung nicht abwarten, sondern belegt die Sohle so wie die Böschungen, so weit sie von Wasser bedeckt sind, mit Rasen. Sind lagerhafte Steine wohlfeil zu haben, so werden die Gräben auch abgepflastert.

Die Fig. 9 und 10, Taf. IV. zeigen die Querschnittsform einer Straße in der Ebene, wenn dieselbe im Abtrage liegt.

Die Böschungen der Einschnitte werden verschieden sein, je nach der Beschaffenheit des Bodens. Ihre Bestimmung kann zwar nach früherer Anleitung (Allgem. Baukunde §. 150 und §. 170) geschehen, allein man wird, um der Straße hinlänglich Luftzug und Sonne zu geben, die Böschungen in der Regel mit 2- bis 3facher Anlage ausführen.

Die Böschungen der Straßentheile, welche höher als der natürliche Boden liegen, Fig. 8, erhalten eine 1 bis 1½fache Anlage und werden so wie die Grabenböschungen befestigt.

Wenn die Straße zeitweise vom Wasser bespült wird, müssen die Böschungen flacher sein und erhalten 2- bis 2½fache Anlage.

In Steigen, wo das Terrain nach dem Thale hin einen steilen Abhang hat, ist es nöthig denselben treppenförmig abzutragen und darauf den Auftrag zu schütten. Fig. 17.

Wenn der Abhang aus steilen Felsen besteht, so würde eine Aufschüttung von jedem Regen beschädigt werden und bedürfte die Herstellung einer Böschung zu viel Material, weßhalb es zweckmäßiger erscheint eine Trockenmauer aufzuführen. Fig. 14.

In engen Thälern hat man nicht immer Raum für Böschungen, man wird daher, um nicht zu viel Mauerwerk nöthig zu haben, die Stützmauern in der Art ausführen, wie Fig. 13 zeigt.

Zieht die Straße an einem Bache oder Flusse hin, so ist die äußere Böschung gehörig zu schützen. In den meisten Fällen, wenn eine große Strömung vorhanden ist, genügt eine Steinabpflasterung. Die Steine werden in gutem Verbande auf die hohe Kante, und ihre Länge nach der Linie des größten Gefälles

der Böschung gestellt. Der Fuß des Pflasters, wenn es nicht auf Felsen steht, wird mit einem Steinwurfe gedeckt.

Fehlt für die Böschung der Straße der nöthige Raum, oder will man überhaupt wegen Mangel an Abtrag die Böschungen des Straßenkörpers weglassen, so werden Stützmauern angelegt und dieselben entweder in Mörtel oder trocken ausgeführt, je nachdem die Strömung des Wassers mehr oder weniger reißend ist und je nach dem vorhandenen Material. Gewöhnlich sucht man die großen Steine in die untersten Lagen zu bringen und diese auf den Felsen zu gründen, sofern derselbe nicht zu tief liegt. Bei steinigem Grunde von bedeutender Mächtigkeit kann die Mauer gewöhnlich ohne Rost aufgeführt werden. Sollte aber ein Auskolken des Bachbettes zu befürchten sein, so müßte in einiger Tiefe unter der Sohle des Baches ein liegender Rost gelegt werden.

Eine Stützmauer kann auch noch in andern Fällen begründet sein, z. B. bei einer Straße in der Ebene, welche ziemlich hoch über dem natürlichen Boden liegt, der Ankauf des Geländes viel kostet und Mangel an Material zur Auffüllung vorhanden ist, Fig. 11; ferner bei einer Straße im Gebirge, wenn der Abhang ziemlich steil ansteht und durch eine Böschung zu viel Erdarbeiten verursacht würden. Fig. 17.

Führt eine Straße durch einen Felsenvorsprung im Einschnitte oder Tunnel, so erhält das Querprofil die Formen Fig. 15 und 16.

Zieht die Straße an einem Felsenabhange hin, und ist dieselbe zu schützen gegen herabstürzende verwitterte Felsenmassen oder Schneelawinen, so erhält sie eine Bedachung von Stein oder Holz, wie die Fig. 21 und 22 zeigen.

Könnte die Straße nicht in die Felsenwand eingeschnitten werden, so wäre entweder eine hölzerne Brücke, wie Fig. 23, oder eine Anschüttung mit hoher Futtermauer begründet.



Fünfter Abschnitt.

Nöthige Bauten, nützliche Kunstwerke, Verschönerungen und Unterhaltung der Landstraßen.

Nöthige Bauten, nützliche Kunstwerke, Verschönerungen und Unterhaltung der Landstraßen.

§. 23.

Die gewöhnlichen Baugegenstände auf und bei den Landstraßen sind: die Post-, Zoll-, Straßengelderheber- und Straßenwärterhäuser, ferner die Schutzvorkehrungen gegen Absturz, die Meilen-, Richtungs- und Grenzzeiger, Schlagbäume, Brunnen, Quellenfassungen, Ruhepfosten und Ruhebänke.

Bei allen diesen Gegenständen soll man sich besonders schöner, einfacher und gefälliger Formen bedienen und solche Materialien und Constructionen wählen, welche von entsprechender Dauer und dabei doch nicht zu theuer sind.

Der Hauptzweck der Posthäuser ist den Reisenden in wenig bewohnten Gegenden als Zufluchtsstätten zu dienen, wo sie frische Pferde, Obdach für die Wagen und nöthige Hülfe bei Unglücksfällen erhalten können. Die Stellung dieser Gebäude in Beziehung auf die Straße ist so zu wählen, daß mehrere Fuhrwerke gleichzeitig vor denselben halten können, ohne die Straße dadurch zu verengen. Ein Abstand von 5 Meter von dem Straßenrand dürfte das Minimum sein.

Die Häuser der Straßengelderheber werden an solchen Straßen erbaut, wo noch Straßengeld erhoben wird. In vielen Ländern wird dieses Straßengeld gleichzeitig mit dem Pflastergeld der Städte erhoben, wodurch es alsdann überflüssig wird, besondere Gebäude außerhalb dieser Städte aufzuführen.

Straßenwärterhäuser werden in der Regel nur da angelegt, wo eine Straße entfernt von bewohnten Orten durch eine öde Gegend zieht. In den meisten Fällen werden dieselben überflüssig sein, da die Straßenwärter ihre Wohnungen in benachbarten Orten nehmen können.

Schutzvorkehrungen sind an hohen und steilen Abhängen nothwendig und bestehen aus Abweispfosten, Taf. VI. Fig. 14, Geländern, Fig. 16 und 17, Brüstungen, Fig. 18 und 19, Baumpflanzungen, erhöhten Fußwegen.

Zu den Baumpflanzungen sind nur Bäume von schöner Gestalt und Krone, welche hochstämmig sind und tief gehende Wurzeln haben, zu empfehlen, als: Ahorn, Pappel, Linde, Ulme, Esche, Vogelbeer und Kirschbaum; Nuß-, Apfel- und Birnbäume so wie Akazien dürfen nicht zu nahe an die Straße gepflanzt werden, indem sie derselben zu viel Sonne rauben.

Meilen-, Richtungs- und Grenzzeiger. Die Meilenzeiger sind sowohl für das Postwesen, als auch für die Straßenadministration von Wichtigkeit, da sie die Straßen in ihrer Länge genau eintheilen. In den meisten europäischen Staaten bestehen die Meilenzeiger in hölzernen, gußeisernen oder steinernen Pfosten.

Die Richtungszeiger oder Wegweiser werden auf den Straßen angebracht, um die Richtung derselben nach den Hauptorten zu erfahren; sie werden da aufgestellt, wo Wege sich kreuzen oder wo eine Straße sich in mehrere Zweige theilt. Es gibt hölzerne, eiserne und steinerne Wegweiser; dieselben sind immer mit einer Tafel zu versehen, worauf der Name des nächsten Hauptortes angegeben ist, Fig. 1, 2, 3, 4, 5, Taf. VI.

Die Grenzzeiger sind gewöhnlich hölzerne Stöcke mit Tafeln, die durch den Anstrich sehr erkenntlich sind, indem sie die Landesfarben tragen. Fig. 9. In manchen Ländern, z. B. in Frankreich sind es 2 Meter hohe Steine, mit Inschrift und einem ausgehauenen Adler versehen.

Aehnliche Stöcke wie die Grenzzeiger sind die Orientirungs- und Verbotstöcke. Fig. 6 und 7.

Die ersteren sind bestimmt dem Reisenden beim Eintritt in einen Ort, den Namen desselben, den Kreis oder Amtsbezirk, in welchen er gehört, so wie die Entfernung von der Hauptstadt des Landes namhaft zu machen; sie werden deßhalb an den Ein- und Ausgängen der Orte errichtet oder auch nur Tafeln an das erste Haus befestigt. Die Verbotstöcke dienen dazu, den Fuhrmann von solchen Wegen abzuhalten, welche nur zum Gehen oder Reiten bestimmt sind.

Schlagbäume oder Barrièren sind immer hemmende Gegenstände der Passage, und werden nach und nach in allen Ländern abgeschafft.

Brunnen und Quellen. Für gutes und reichliches Wasser, sowohl zur Erquickung der Menschen als der Thiere, sollte bei einer vollständigen Straßenanlage immer gesorgt sein.

Ruhepfosten und Bänke. Bei den Meilenzeigern oder den Wegweisern, Brunnen oder Quellen, können zur Annehmlichkeit der Reisenden Ruhebänke von Holz oder Stein angebracht werden, Fig. 10, 11, 12; auch ist es zuweilen zweckmäßig an geeigneten Orten mit solchen Bänken Ruhepfosten in Verbindung zu bringen, welche zum Absetzen solcher Lasten dienlich sind, die auf dem Kopfe oder auf dem Rücken getragen werden. Fig. 13, 13 a und 13 b.

Endlich sind noch die Grenzgemarkungssteine, Fig. 15, zu erwähnen; sie bezeichnen das zur Straße gehörige Gelände.

§. 24.

Unterhaltung der Straßen.

Von dem Augenblicke an, wo eine Straße dem Verkehr übergeben wird, beginnt auch die Unterhaltung derselben, denn Gebrauch und Witterung üben fortwährend einen zerstörenden Einfluß aus. Es ist besondere Pflicht des Straßenunterhaltungspersonals, jede Abnützung an der Straßenoberfläche oder Beschädigung an den Böschungen und Graben, Durchlässen und Brücken, Geländern rc. rc.

möglichst bald wieder herzustellen, damit das wahre Straßenprofil nie verunstaltet werde und die Oberfläche stets eben und fest, überhaupt die Straße in allen Theilen in gutem Zustande verbleibe.

Bei einem guten und richtigen Unterhaltungsverfahren kommen lediglich nur zwei Verrichtungen vor:

1) Das beständige Abheben der täglichen Abnutzung des Straßenkörpers, sei es Koth oder Staub.
2) Das Auftragen des Materials, welches das durch den Gebrauch zerstörte und abgehobene wieder ersetzen muß.

Diese zwei Verrichtungen, gut und zur rechten Zeit ausgeführt, beugen im Allgemeinen jeder Beschädigung größerer Art vor, und die sodann nach jeder Richtung auf ihrer ganzen Breite befahrene Straße wird sich nur parallel mit ihrer Oberfläche abnützen.

1. Entfernung des abgenützten Materials, als:

a) Staub.

Wenn sich das Fuhrwerk auch nur wenige Tage während trockener Witterung auf einer selbst guten Straße bewegt hat, so bedeckt sich dieselbe bald mit einer dünnen Schichte Staub. Dieser Staub belästigt die Reisenden und die Pferde, schadet den anliegenden Grundstücken, erschwert die Bewegung der Fuhrwerke und verwandelt sich, wenn ein anhaltender Regen eintritt, in Koth; der Koth führt Geleise herbei und beschleunigt das Schlechterwerden der Straße auf jede Weise.

Sowohl im Interesse derjenigen, welche die Straße benützen, als derjenigen, welche die Unterhaltung zu besorgen haben, muß der Staub daher stets entfernt werden.

Dieses Entfernen geschieht wohl am meisten mit der Krücke und dem Besen aus Birkenreisig, allein man hat auch Maschinen, welche zu diesem Zwecke dienen und die auf Taf. VII. Fig. 7 und 7 a angegebene Construction haben.

Eine gut abgekehrte Straße läßt, wenn Regenwetter eintritt, selbst wenn es mehrere Tage anhält, keinen Koth aufkommen. Die Oberfläche einer solchen Straße ist vollkommen eben und hart, und wenige Stunden trockenen Wetters reichen schon hin, sie wieder vollkommen auszutrocknen.

b) Koth.

Wenn nasses Wetter lange fortdauert, so wird die Straße zuerst schmutzig, und bedeckt sich später mit einer Schichte von Koth, die mehr und mehr an Dicke zunimmt. Der Koth muß alsdann schleunigst weggeschafft werden, denn er läßt die Bahn, in welcher sich bereits Fuhrwerke bewegt haben, leicht erkennen, und da diese Bahn besser zu befahren ist, als der übrige Theil der Straße, so kommt es dahin, daß alle Fuhrwerke dieselbe ganz gleichmäßig einhalten, wodurch in kurzer Zeit tiefere Geleise und Pfützen entstehen.

Hat man aber Sorge, den Koth, so wie er sich erzeugt, mit der Krücke oder einem Kothkratzer Fig. 6, 6 a, 6 b und 6 c wegzuschaffen, so haben die Fuhrwerke keinen Grund, die Straße nicht wie sonst nach allen Richtungen zu befahren

und wird dieselbe dann, obschon sie weicher und weniger widerstandsfähig ist, dennoch eben und geleisefrei bleiben.

Durch das beständige Abheben des Staubes und Kothes kann die Straße immer eben und glatt erhalten werden, aber sie wird sich abnützen und vertiefen und man würde bald den Grundbau der Steinbahn erreichen, wenn man nicht das abgehobene zermalmte Material wieder durch anderes ersetzen wollte. Dieß ist der Zweck der zweiten Operation bei der Straßenunterhaltung, bestehend in dem Auftragen des Materials.

2. Verwendung des neuen Materials. (Schotter oder Kies.)

a) Auftragen des Materials.

Da eine Straße sich sehr langsam abnützt, so kann man den Zeitpunkt auswählen, in welchem die Anwendung frischen Materials am vortheilhaftesten erscheint. In dieser Beziehung hat die nasse Witterung ganz außerordentliche Vorzüge vor der trockenen. Das Material, welches bei trockener Witterung eingelegt wird, bindet sich nicht; es wird zermalmt und wieder zu Staub, ohne in die Masse der Versteinung einzudringen, während es bei feuchtem Wetter, mit der gehörigen Sorgfalt eingebracht, ohne zerdrückt zu werden, mit der Steinbahn sich zu einem Ganzen verbindet und überdieß das Fuhrwerk nur wenig belästigt. Daher darf nur bei angemessenen Witterungsverhältnissen, d. h. wenn häufige Regengüsse die Oberfläche erweicht haben, und kein Frost zu befürchten ist, mit dem Auftragen des Materials begonnen werden. Eine allgemeine Auffüllung oder ein eiliges Hineinwerfen der Steine darf nicht stattfinden, sondern es ist das Material nach und nach, wie es nothwendig wird zu verbrauchen.

Wo sich in Folge der Abnutzung Vertiefungen in der Straßenoberfläche zeigen, die in der Mitte zwischen 0·03 und 0·06 M. betragen mögen, ist vor Allem der Koth sorgfältig wegzunehmen und die mit Material zu belegende Stelle mit dem Pickel etwas aufzuhauen; erst dann darf das Material eingelegt werden, und zwar so, daß das gröbste in der Mitte, das feinere aber gegen die Ränder hin verwendet wird und nöthigenfalls die Zwischenräume zwischen den Steinen mit etwas abgenütztem Material ausgefüllt werden.

Die Straßenwarte haben alsdann dafür zu sorgen, daß das neu eingelegte Material, wenn es durch die Räder der Wagen oder die Hufe der Pferde theilweise wieder aus seiner Lage gebracht wurde, stets mit dem Rechen an seiner Stelle gehalten wird.

Nur ausnahmsweise soll das Belegen einer bestehenden Straße mit einer vollständigen neuen Schotterdecke vorkommen, wenn nämlich durch allzu schnelle Abnützung, oder durch eingetretene Vernachläßigung, die Steindecke nicht nur an einzelnen Orten, sondern durchgängig in einen solchen Zustand gerathen ist, daß sie den Fuhrwerken keinen gehörigen Widerstand mehr zu leisten vermag. In diesem Falle würde man durch ein stückweises Auftragen nicht schleunig genug und nur mit allzu großer Mühe den Zweck erreichen. Keinenfalls ist übrigens eine vollständige Ueberschotterung der abgenützten Fahrbahn vorzunehmen, bevor nicht die normale Stärke der Steindecke nach ihrer ganzen Ausdehnung sich um mindestens

0·045 Metr. vermindert hat. Auch darf das Geschäft erst vorgenommen werden, wenn der Koth vorher gehörig abgezogen wurde, wenn bereits eine genügende Durchfeuchtung eingetreten ist, und überdieß voraussichtlich auf längere Zeit feuchte oder nasse Witterung zu gewärtigen steht. Das Ueberschotterungsmaterial selbst ist dabei nur in möglichst gleichförmig zubereitetem Zustande zur Verwendung zu bringen, und wo thunlich mit einer Straßenwalze fest zu drücken.

Die später entstehenden Geleise sind beständig mit dem Rechen zu entfernen, damit das Fuhrwerk keine Spur halten kann, sondern sich nach der ganzen Breite der Fahrbahn bewegt, und so zu gleichförmiger Befestigung derselben und zur durchgreifenden Bindung des Materials beiträgt *).

b) Menge des zu verwendenden Materials.

Was den jährlichen Materialbedarf für die Unterhaltung der Straßen eines Landes betrifft, so hängt dieselbe insbesondere ab:

1) Von der Breite der Fahrbahn.
2) Von der Größe des Verkehrs.
3) Von dem Gewicht der Wagen und der Breite der Radfelgen.
4) Von der Güte und Festigkeit des Materials.
5) Von der Lage der Straße und den climatischen Verhältnissen des Landes.
6) Von der Sorgfalt, welche von dem betreffenden Personal auf das Unterhaltungsgeschäft verwendet wird.

Im Großherzogthum Baden kann als Durchschnitt für eine Fahrbahnbreite von 20′ oder 6 Meter angenommen werden: daß

1) bei gutem Material	und	starker Frequenz	15—20	bad.	Kbff.	oder	0·4 —0·54	Kbkm.
2) „ „ „	„	mittelm. „	10—15	„	„	„	0·27—0·40	„
3) „ „ „	„	geringer „	5—10	„	„	„	0·13—0·27	„
4) bei mittelm. „	„	starker „	20—25	„	„	„	0·54—0·67	„
5) „ „ „	„	mittelm. „	15—20	„	„	„	0·40—0·54	„
6) „ „ „	„	geringer „	10—15	„	„	„	0·27—0·40	„
7) bei geringem „	„	starker „	25—30	„	„	„	0·67—0·81	„
8) „ „ „	„	mittelm. „	20—25	„	„	„	0·54—0·67	„
9) „ „ „	„	geringer „	15—20	„	„	„	0·40—0·54	„

für die laufende Ruthe oder 3 Meter erforderlich sind.

Um den Anforderungen an eine gute Straßenunterhaltung zu genügen, muß man noch Folgendes beachten:

1) Hat die Straße sog. Rand- oder Liniensteine, so müssen dieselben bündig mit der Straßenbahn liegend erhalten werden, weil sie im Falle des Ueberstehens den Wasserabfluß hindern. Aus denselben Gründen ist auch das Aufkommen von Graswülsten an den Straßenrändern zu verhindern.

2) Die Seitengraben sollen auf ihrer Sohle jederzeit rein, von Graswuchs frei sein.

---

*) Vorschrift über die Art der Straßenunterhaltung im Großherzogthum Baden. Carlsruhe bei Gutsch 1848.

3) Bei stark gefallenem Schnee soll die Fahrbahn möglichst davon gereinigt werden, wozu man sich eines einfachen Schneeschlittens bedient. Seitengraben und Durchlässe sind bei eintretendem Thauwetter vom Eise zu befreien.

4) Es ist dafür zu sorgen, daß jederzeit ein Materialvorrath längs der Straße vorhanden seie, um die eingetretenen Abnutzungen bei günstiger Witterung sogleich vornehmen zu können. Zur Lagerung dieses Vorraths erscheint es zweckmäßig sog. Materialplätze in Entfernungen von 30—60 Meter anzulegen. Fig. 24, Taf. IV.

5) Ein Haupterforderniß bleibt es immer, daß für das Unterhaltungsgeschäft eine ständige Aufsicht vorhanden sei. Man wähle für die Straßenwarte nur rüstige fleißige Männer und belehre sie genau mit den Vorschriften der Straßenunterhaltung.

In Fällen wo die ständigen Straßenwarte für die vorzunehmende Arbeit nicht ausreichen, sind Hülfsarbeiter aufzustellen.

§. 25.

Kiessortirungsmaschine von Augustin. Taf. VII. Fig. 4 und 5.

Zur Unterhaltung guter Straßen sind stets vollkommen reine Materialien von gleicher Größe erforderlich. Der Kies, welcher zum Beschütten der Straßen genommen wird, darf weder Sand, noch Erde, noch irgend andere fremdartige Körper enthalten.

Das gewöhnliche Verfahren, dessen man sich zur Vorbereitung des Kieses bedient und welches darin besteht, daß man den aus der Grube gewonnenen Kies an ein Draht- oder Eisengitter wirft und sodann die größten Stücke mit der Hand aus der ganzen Masse aussucht, ist ebenso umständlich als kostspielig. Augustin hat daher eine Maschine erdacht, mit deren Hülfe sich eine ziemlich vollkommene Sortirung und eine Abscheidung des rohen Kieses in drei verschiedene Theile, nämlich Sand, Kies zum Straßenbau und grobe Kiesel bezwecken läßt. Wie aus den Fig. 4 und 5, Taf. VII. ersichtlich, besteht die Maschine aus zwei Sieben von verschiedener Weite, welche einen Winkel von etwa 40° mit einander bilden, nach entgegengesetzten Richtungen geneigt und durch starke Bänder aus Eisenblech mit einander verbunden sind. Das obere Sieb, welches zum Abscheiden der großen Steine dient, hat eine Neigung von 20 bis 30 Grad und bewegt sich an dem einen Ende in Charniergelenken, während es an dem andern an Riemen aufgehängt ist, welche an Federn aus hartem Holze oder Eisen befestigt sind. Durch diese Riemen wird es in größerer oder geringerer Höhe über einem eisernen Rade mit sechs Daumen erhalten, welches seine Bewegung von einer Kurbel aus erhält. Ueber den beiden Sieben ist ein hölzerner Trichter angebracht, in welchen der rohe Kies geworfen wird; durch diesen gelangt er zuerst auf das obere Sieb, von dem die großen Steine abrollen, während der sortirte Kies und der Sand auf das zweite Sieb fallen, von welchem der eigentliche Kies gleichfalls wieder abrollt, während der Sand und das zu kleine Material durchfällt.

Nach zehnstündiger Arbeit können von 6 Arbeitern 50 Kbm. roher Kies sortirt werden; man erhält im Durchschnitt davon 18 Kbm. guten Kies, 5 Kbm.

Kiesstücke zum Zerschlagen und 27 Kbm. Sand. Dieselben Arbeiter würden auf die gewöhnliche Art kaum die Hälfte leisten können.

§. 26.

Von den Straßenwalzen. Taf. VII. Fig. 1, 2 und 3.

Bis vor etwa 10 und 15 Jahren überließ man es fast allgemein nur den Fuhrwerken, den Theil der Straßenoberfläche, welcher mit Schotter oder Kies bedeckt ist, festzufahren und zu ebnen. Die Verbindung der einzelnen Steinstücke wurde daher in diesem Falle auf Kosten des Verkehrs zu erreichen gesucht.

Erst in neuerer Zeit hat man angefangen, neue Straßen, bevor sie dem Verkehr übergeben wurden, durch schwere Walzen festzufahren und zu consolidiren. Durch das Walzen erhält man gleich eine schöne feste Straße und die Fuhrwerke beziehungsweise Zugthiere werden einer großen Beschwerlichkeit enthoben. Ja es können bei einer solchen Anordnung die untern Lagen einer beschotterten Fahrbahn von größern Dimensionen und schlechterer Qualität sein, da man gar nicht zu befürchten hat, daß bei einer fest gewalzten Straße diese gröbern Steine der untern Lage in die obere kommen. Es kann ferner die Dicke der Gesammtversteinung einer Fahrbahn fast durchweg um 1 bis 1 ½ Zoll weniger stark angelegt werden, als bei Straßen, bei welchen die Consolidirung auf Kosten des Verkehrs stattfinden muß.

Insbesondere ist in der ersten Zeit die Unterhaltung der Straße viel geringer und bedarf weniger Material, so daß die Kosten des Walzens vollständig gedeckt werden.

Die in neuerer Zeit mehrfach in Deutschland und Frankreich in Anwendung gebrachten Straßenwalzen sind von Gußeisen und haben die auf Taf. VII. Fig. 1, 2, 3 angegebene Construction. Das Gewicht der Walze ist 50 bis 60 Centner oder 2500—3000 Kilog., kann aber durch den Aufsatz bis auf das Doppelte vergrößert werden.

Diese Walzen sind leicht zu bewegen und erfordern bei der größten Belastung eine Bespannung von 6 Pferden. Man kann damit in einem Tage 280 bis 300 Quadratruthen oder 2500—2700 □Meter Versteinung vollkommen abwalzen und es berechnen sich die Kosten nach den im Großh. Baden gemachten Erfahrungen auf 5 bis 7 Kreuzer pr. □Ruthe oder 0,02—0,027 Frcs. pr. □Meter, je nachdem das Abwalzen auf wenig oder stark geneigten Straßen, bei minder oder mehr festem Material, bei nasser oder trockener Witterung, in welch letzterm Falle künstlich befeuchtet werden müßte, vorgenommen wird.

Bei einer neu überschotterten oder überkiesten Straße wird dieselbe vor Allem ein- bis zweimal mit der unbelasteten Walze überfahren. Hierauf wird eine Last von 1500 bis 2000 Kilog. aufgebracht und abermals eine bis zwei Fahrten vorgenommen. Nach diesen Fahrten können wieder 1000 bis 1200 Kilog. zugesetzt und nun mit diesem Totalgewicht 6 bis 8 Fahrten ausgeführt werden.

Nachdem auf diese Weise die Lagen gehörig zusammengedrückt sind, wird etwas Sand oder Straßenabhub auf die Fahrbahn ausgebreitet und die Walze noch einigemal angewendet.

Um die Steine der Versteinung völlig zu vereinigen, ist es erforderlich, daß bei der Operation eine gewisse Feuchtigkeit im Boden vorhanden ist. Muß daher bei trockener Witterung eine Straße gewalzt werden, so bedient man sich sogenannter Gießkarren. Die Feuchtigkeit des Bodens darf jedoch keinenfalls so groß sein, daß der Grund, worauf die Steinlage der Fahrbahn ruht, erweicht.

Die Kosten einer Walze nach der Construction Taf. VII. belaufen sich auf circa 700 Gulden oder 1500 Francs.

Man hat auch Walzen mit drei Cylindern von kleinerem Durchmesser besonders in England angewendet, allein sie haben sich nicht für so zweckmäßig bewährt, wie die eincylindrische Walze; insbesondere ist das Wenden mit der dreicylindrischen äußerst schwierig.

In neuester Zeit wurde die Construction der Walze zuweilen dahin abgeändert, daß man den Kasten für die Belastung wegließ, statt dessen aber die Walze selbst mit Wasser oder Sand anfüllte. Die Versuche, welche in Oberschlesien mit solchen Walzen gemacht wurden, fielen günstig aus *).

*) Förster's Bauzeitung 1854.



Sechster Abschnitt.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.

Construction der Fuhrwerke und Erfahrungen über den Widerstand derselben auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit.

§. 27.

1. Construction der wichtigsten Theile der Wagen und Gewicht derselben.

a) Räder und Achsen.

Da die Felgen, besonders wenn sie eine große Breite haben, wie Walzen auf die Bahn wirken, so wäre es gut, wenn die Wagen so eingerichtet wären, daß die Bahn durch die Räder so viel wie möglich gewalzt würde. Dieß könnte auf zweierlei Arten geschehen:

a) Wenn den vordern und hintern Rädern desselben Wagens eine verschiedene Spurweite gegeben würde, oder

b) Wenn die Wagen eine verschiedene Spurweite hätten.

Bei schlechten Straßen, die tiefe Geleise haben, kann weder die eine noch die andere Weise angewandt werden; hier dient es vielmehr zum leichtern Fortkommen, wenn der Wagen Spur hält. Man hat daher in einigen Ländern eine bestimmte Spurweite der Wagen gesetzmäßig verordnet.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Breite der Radfelgen; dieselbe darf im Verhältniß zum Gewicht des Wagens nicht zu klein sein, da dieß sowohl für die Zugkraft als auch für die Unterhaltung der Straßen sehr nachtheilig wäre und keine solide Construction der Räder gestatten würde.

In England dürfen die Wagen nach dem Gesetz von 1823 die in der nachfolgenden ersten Tabelle angeführten Gewichte haben. Für das Uebergewicht werden die in der zweiten Tabelle angeführten Zahlungen erlegt.

1. Tabelle.

Wagen.	Erlaubtes Gewicht. Sommer.	Erlaubtes Gewicht. Winter.
	Ton. Ctn.	Ton. Ctn.
Ein vierrädriger Wagen mit 9″ breiten Felgen . .	6—10	6—0
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . .	3—10	3—0
Ein vierrädriger Wagen mit Felgen zwischen 9 und 6″	4—15	4—5
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . .	3—0	2—15
Ein vierrädriger Wagen mit Felgen zwischen 4 ½ und 6″	4—5	3—15
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . .	2—12	2—7
Ein vierrädriger Wagen mit weniger als 4 ½″ breiten Felgen	3—15	3—5
Ein zweirädriger Wagen mit ähnlichen Felgen . .	1—15	1—10

2. Tabelle.

Abgabe für das Uebergewicht. Ctn.	Sch.	P.	Bemerkung.
1	—	3	
2	—	6	und 5 Sch. mehr für jeden Centner, der über 10 geladen wird.
3	1	—	
4	1	6	
5	2		
6	4	6	
7	7		
8	9	6	
9	12		
10	14	6	

In Frankreich hatte man Felgenbreiten von 0·06 — 0·22 Meter, sie wurden aber später auf 0·06 bis 0·12 Met. festgesetzt; man gestattet für jeden Centimeter Breite eines Rades die Ladung von 125 bis höchstens 200 Kilogr.; es kann somit die Ladung bei einem vierrädrigen Frachtwagen mit 0,12 Meter breiten Radfelgen 6000 Kilogr. bis höchstens 9600 Kilogr. betragen.

Auch bei den Postwagen wurden die Felgenbreiten zu 0,07 bis 0,1 Meter angenommen und für jeden Centimeter Breite eines Rades 200 Kilogr. Ladung gestattet.

Aehnliche Verordnungen bestehen auch in andern Ländern und es hat sich insbesondere bei dem deutschen Frachtfuhrwesen die Felgenbreite von 4″ oder 0·12 M. als die zweckmäßigste erwiesen.

Wie erwähnt, so sind die breiten Radfelgen der Wagen zum Theil nöthig, wenn man starke Räder haben will. In Fig. 7 und 8, Taf. I. ist der Querdurchschnitt eines Rades gezeigt, wie es in Deutschland bei den Postwagen sehr allgemein in Gebrauch ist. Felgenkranz, Speichen und Nabe sind von Holz, Nabenbüchse und Radreif von Eisen, erstere von Guß-, letzterer von Schmiedeisen. Die zwölf Speichen eines Rades sind in eine konische Fläche gestellt, eine Anordnung die bei leichterem und schwerem Fuhrwerke allgemein üblich ist und zur Solidität der Räder wesentlich beiträgt. Die Fig. 9 und 9 a zeigen die Construction der zugehörigen Achse mit Schraubenmutter und Vorstecknagel.

Bei dem gewöhnlichen Fuhrwerke ist gewöhnlich die Abänderung getroffen, daß die Achsen von Holz und mit Achseneisen beschlagen sind; auch schließt die Nabe nicht genau an die Achse und wird statt der Schraubenmutter nur eine Scheibe mit Vorstecknagel angebracht, welch letzterer etwas von der Nabe entfernt gehalten wird, damit das Rad einen Spielraum hat, was man besonders auf den schlechtern Straßen, der so leichter einzuhaltenden Wagenspur wegen, für nothwendig hält; hiermit ist doch namentlich der Nachtheil verknüpft, daß die Schmiere sehr leicht verloren geht. Ist die Straße dagegen fest und ohne Wagenspuren, so ist ein solcher Spielraum für das Rad nicht erforderlich, und man kann in der Nabe immer etwas Schmiere oder Oel zurückhalten, indem man sie mit einem Schmierbehälter a versieht, Fig. 7, 9 und 10.

Hölzerne Achsen haben im Allgemeinen den Nachtheil, daß sie, um nicht zu brechen, eine weit beträchtlichere Dicke erfordern als die eisernen, folglich auch, da ein Wagen um so leichter geht, je kleiner das Verhältniß des Durchmessers der Achse zu dem des Rades, die Zugkraft vermehren.

Bei sehr schweren Frachtfuhrwerken haben die Räder zuweilen nur wenig Konus, und die Speichen stehen entweder nahe senkrecht auf der Radachse oder haben abwechselnd eine Neigung auswärts und einwärts von der Felge nach der Nabe zu gerechnet. Die geschmiedete Achse und die gegossene Nabe haben die Construction Fig. 9.

Eine sog. Patentachse für leichtes Fuhrwerk ist aus den 10, 10 a, 11 und 11 a ersichtlich. Die Nabe ist von Gußeisen, Kanonenmetall oder Messing, wird nahezu cylindrisch ausgebohrt, erhält einen Schmierbehälter a und kann mit einer messingenen Kappe 10 a geschlossen werden. Die schmiedeiserne Achse trägt vorn ein Ventil von Messing b, auf dieses folgt eine Schraubenmutter mit rechtem Gewinde c, sodann eine solche mit linkem Gewinde d und endlich ein Vorstecknagel e.

Sowohl die Achsen leichterer Stadtwagen, Droschken ꝛc. ꝛc. als diejenigen der Postwagen sind an ihren Enden etwas herabgebogen oder gestürzt, wie Fig. 12 anzeigt, und man hat dafür mehrfache Ursachen:

1) Können die Wagenkasten eine größere Weite erhalten und schlagen nicht so leicht an die Räder an.
2) Wird der Koth, welcher sich an die Räder anhängt, nach der Seite geschleudert.
3) Kommen die konisch gestellten Speichen durch die Neigung der Achse wieder in die senkrechte Richtung, wodurch der Druck von der Achse auf die Straße am sichersten übertragen wird.
4) Wird die Vertheilung des Oels oder der Schmiere über die ganze Achse von selbst bewirkt, und sind die spiralförmigen Kanälchen in der Nabe, die man so häufig angebracht hat, überflüssig.

Dagegen ist aber zu bemerken, daß alle konischen Räder mit gestürzten Achsen eine bedeutende Reibung an der Straßenoberfläche verursachen und daß man sie daher bei großen schweren Frachtwagen nur mit horizontalen Achsen anwendet.

Die übrige Einrichtung der Frachtwagen, nämlich die Leitern mit ihren Verbindungen und Stützen, um dazwischen zu laden und die Gepäcke zu verwahren, die Stange oder Deichsel sammt Waage und Widerhalt, um der Fahrt die gehörige Richtung zu geben und beide Zugpferde mit gleicher Arbeit zu belegen, und den Wagen bergab anhalten zu können, die Verbindung des Hinter- und Vordergestells mit einer einfachen Stange, Ruthe oder Langwied, um den vier Rädern auf ungleichem Boden das gleiche Aufsitzen zu verschaffen, endlich die Einrichtung des Vordergestells zum Ausweichen und Umkehren des Wagens gehören eigentlich zur praktischen Ausführung, Regierung und Bedienung des Wagens und üben keinen Einfluß auf den Zustand der Straße aus, weßhalb wir diese Theile nicht weiter betrachten.

Die Einrichtung leichterer Wagen, wie z. B. der Stadt-, Post- und Reisewagen, ist sehr verschieden von der der Frachtwagen. Die Hauptverschiedenheit, welche für den Straßenbau von Wichtigkeit ist, besteht darin, daß die Wagenkasten auf Federn ruhen, die auf die Achsen befestigt sind. Diese Federn bewirken durch ihre Elasticität nicht nur, daß der Obertheil des Wagens mit seiner Ladung weniger erschüttert wird, sondern sind auch Ursache, warum das Gewicht derselben nicht in dem Grade, wie bei Wagen ohne Federn, auf die Räder lastet, diese daher unbehinderter und mit weniger Kraftanstrengung über die Bahn wegkommen.

b) Gewichte der Wagen.

In Frankreich ist das mittlere Gesammtgewicht der 4rädrigen Frachtwagen:

Bei	einem	einspännigen Wagen			350	Klgr.
„	„	11 Centim.	breitfelgigen	Wagen	1500	„
„	„	14 „	„	„	2000	„
„	„	17 „	„	„	2500	„
„	„	22 „	„	„	3400	„

In Hannover rechnet man das Gewicht eines großen Frachtwagens mit den dazu gehörigen Ketten und Befestigungsmitteln zu . . . . 40 Ctnr.

Die Ladung beträgt . . . . 96 „

Zusammen 136 Ctnr.

Die Felgenbreite beträgt im Durchschnitt 3″.

Die Frachtfuhrwerke in den Rheingegenden wiegen beladen 150 bis 200 Ctnr., unbeladen 20 bis 40 Ctnr.

§. 28.

2. Erfahrungen über den Widerstand der Fuhrwerke auf Straßen von verschiedener Beschaffenheit *).

Bekanntlich hat die Zugkraft bei der Fortbewegung der Wagen hauptsächlich zweierlei Widerstände zu überwinden, nämlich die drehende Reibung an den Achsschenkeln und die wälzende Reibung am Umfang der Räder, von denen der eine dem Gewichte der auf den Achsen ruhenden Last, die andere aber dieser Last ver-

*) Brix, über die Reibung ꝛc., Berlin 1850.

mehrt um das Gewicht der Räder proportional ist. Wenn man daher in der Praxis den gesammten Widerstand dem ganzen Gewicht des Wagens mit seiner Ladung proportional setzt, so ist das nach dem Gesagten zwar nicht ganz richtig, kann aber für die practische Anwendung, wo es sich meist nur um eine annähernde Schätzung handelt, als hinlänglich genau angesehen werden.

Auch sind fast alle Versuche, von denen hier die Rede sein wird, unter dieser Voraussetzung angestellt worden, und eine genauere Bestimmung ist schon deshalb unthunlich, weil dazu die nöthigen Angaben fehlen. Im Allgemeinen mag hier nur bemerkt werden, daß auf gewöhnlichen Straßen die Achsenreibung entschieden das kleinere, auf Eisenbahnen aber das größere Hinderniß ist.

Drückt man nun die erforderliche Zugkraft zur Fortbewegung eines Wagens durch einen Bruchtheil vom Gewicht des letztern aus, so liegt dabei die stillschweigende Voraussetzung einer horizontalen Wegstrecke zu Grunde, was daher auch für die folgenden Versuche festzuhalten sein wird.

I. Versuche von Rumford. Zu diesen Versuchen wurde ein in Federn hängender Luxuswagen angewendet, dessen Räder 3mal gewechselt wurden, um den Einfluß der Felgenbreite auf die Größe des Widerstandes kennen zu lernen. Die Abmessungen dieser Räder, in altpariser Maß ausgedrückt, waren folgende:

	Vorderräder	Hinterräder	Felgenbreite
Bei der ersten Versuchsreihe . .	3′ 4″	4′ 9,2″	$1^3/_4$″
„ „ zweiten „ . .	3′ 2,3″	4′ 8,8″	$2^1/_4$″
„ „ dritten „ . .	3′ 3′2″	4′ 8,2″	4″

Mit Einschluß der Räder und der im Wagen sitzenden 3 Personen betrug das ganze Gewicht des Wagens bei allen 3 Versuchsreihen 2121 Pfd. Die Zugkraft wurde durch ein Federdynamometer gemessen, und die Gangart der vorgespannten Pferde steigerte sich vom kleinen Schritt bis zum starken Trabe. Nach den spätern Ermittlungen von Morin kann man für den kleinen und großen Schritt 4 und 5 Fuß, für den kurzen und starken Trab $7^1/_2$ und $11^2/_3$ Fuß preuß. annehmen.

Beschaffenheit der Straße.	Felgenbreite. Zoll.	Widerstandscoefficient bei folgenden Geschwindigkeiten. 4 Fuß.	5 Fuß.	$7^1/_2$ Fuß.	$11^2/_3$ Fuß.
Auf der gepflasterten großen Straße nach Versailles . .	$1^3/_4$	$\frac{1}{39,3}$	$\frac{1}{32,1}$	$\frac{1}{19,6}$	$\frac{1}{14,6}$
	$2^1/_4$	$\frac{1}{46,1}$	$\frac{1}{36,6}$	$\frac{1}{23,6}$	$\frac{1}{15,7}$
	4	$\frac{1}{50,5}$	$\frac{1}{40,8}$	$\frac{1}{28,1}$	$\frac{1}{17}$
Auf dem Sommerweg dieser Straße, gut im Stande und wenig sandig	$2^1/_4$	$\frac{1}{24,4}$	$\frac{1}{24,4}$	$\frac{1}{23,3}$	$\frac{1}{23,3}$
	4	$\frac{1}{26,2}$	$\frac{1}{26,2}$	$\frac{1}{25,25}$	$\frac{1}{25,25}$

Beschaffenheit der Straße.	Felgenbreite. Zoll.	Widerstandscoefficient bei folgenden Geschwindigkeiten. 4 Fuß.	5 Fuß.	7¼ Fuß.	11⅓ Fuß.
Auf demselben Weg etwas sandig	2¼	$\frac{1}{19,3}$	—	$\frac{1}{17}$	—
	4	$\frac{1}{22,1}$	—	$\frac{1}{20,2}$	—
Desgleichen auf einer noch sandigern Strecke	2¼	$\frac{1}{16,3}$	—	$\frac{1}{11,2}$	—
	4	$\frac{1}{17}$	—	$\frac{1}{17}$	—
Desgleichen an einer äußerst sandigen Strecke	2¼	$\frac{1}{11,2}$	—	$\frac{1}{11,2}$	—
	4	$\frac{1}{12,5}$	—	$\frac{1}{12,5}$	—
Auf dem schönen ungepflasterten Weg zwischen St. Cloud und der Versailler Straße . . .	2¼	$\frac{1}{25,9}$	—	$\frac{1}{25,25}$	—
	4	$\frac{1}{27,9}$	—	$\frac{1}{25,9}$	—
Auf einer neu bekiesten Straßenstrecke zwischen Passy und Auteuil	2¼	$\frac{1}{8,5}$	—	—	—
	4	$\frac{1}{9,6}$	—	—	—
Im tiefsten Sande des Boulogner Gehölzes	2¼	$\frac{1}{7,86}$	—	—	—
	4	$\frac{1}{8,84}$	—	—	—
Auf der gepflasterten Straße nach Auteuil	2¼	$\frac{1}{14,14}$	—	—	—
	4	$\frac{1}{15,15}$	—	—	—

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich zweierlei: einmal, daß der Widerstand auf gepflastertem Wege mit der Geschwindigkeit zunimmt, während er auf ebenen, compressibeln Wegen sehr nahe konstant bleibt; nächstdem aber, daß die breiten Felgen durchgängig einen geringern Widerstand als die schmalen geben.

II. Versuche von Benjamin Bevan.

Auf losen Sandwegen im Mittel . . . . $\frac{1}{5}$ der Last

„ trockenem hartem Torfgrunde . . . . $\frac{1}{25}$ „ „

„ einer Kieschaussée, mehr oder minder mit Koth bedeckt . . $\frac{1}{29}$ „ „

Auf desgleichen frei vom Kothe . . . . $\frac{1}{33}$ der Last

„ desgleichen neu bekiest . . . . $\frac{1}{7}$ „ „

„ gewöhnlichem Sommerwege . . . . $\frac{1}{9,5}$ „ „

„ hartem festem Lehmwege . . . . $\frac{1}{19}$ „ „

III. Versuche von Macneill. Das ganze Gewicht des dazu gebrauchten Wagens — einer gewöhnlichen Diligence mit schmalen Felgen — betrug jedesmal 2360 Pfd., und die Geschwindigkeit seiner Bewegung $2\frac{1}{2}$ engl. Meilen pro Stunde, oder nahe $3\frac{1}{2}$ preuß. Fuß in der Secunde.

Treffliches glattes Pflaster von Granitquadern . . . . $\frac{1}{64,7}$

Unebenes Pflaster, die Steine abgerundet und klaffend . . . . $\frac{1}{57,6}$

Archwaystraße, unlängst durch Legung eines mit Mörtel ausgegossenen Grundes und durch Beschüttung mit einer 6″ hohen Lage geklopfter Granitsteine von Guernsey reparirt . . . . $\frac{1}{38,3}$

Dieselbe Straße, statt des Granits mit Steinen von Hartshill reparirt $\frac{1}{53,6}$

Wegstrecke von Hockliff bis Stratfort, aus einer 12″ hohen Kalksteinpackung und Kiesschüttung bestehend . . . . $\frac{1}{21,1}$

Dieselbe Straße mit gepflastertem Grunde und 10—12″ hoher Schüttung aus Kalksteinen und Kies . . . . $\frac{1}{29,4}$

Wegstrecke von Stratfort nach Dunchurch; 6″ hohe Kalksteine erst seit einigen Wochen aufgeschüttet . . . . $\frac{1}{12,4}$

Dieselbe Straße mit 5—6″ hohen Kalksteinen . . . . $\frac{1}{36,4}$

Desgleichen mit 3—5″ Granitsteine von Hartshill auf roh gepackter Grundlage . . . . $\frac{1}{46,9}$

IV. Versuche von Minard. Zu diesen Versuchen diente ein 2rädriger Karren, welcher leer 881 Kilogr., nach der Beladung mit Sand aber 1860 Kilogr. wog. Die beiden Räder hatten 1,6 M. Durchmesser, 7 Centim. Felgenbreite, und der Durchmesser der Achsschenkel betrug 5 Centim. Der Karren wurde mit einer Geschwindigkeit von 1 Met. per Secunde in Bewegung gesetzt.

Beschaffenheit der Straße.	Gewicht des Wagens. Kilogr.	Widerstands-Coefficient.
Gartenweg, aus feinem Kiessande mit Erde gemischt, sehr fest und eben	881	0,0386
	881	0,0348
	Mittel	$0{,}0367 = \frac{1}{27{,}2}$
Dichtes Pflaster; die Zwischenräume der Steine mit getrockneter Erde ausgefüllt	881	0,0418
	1860	0,0403
	1860	0,0375
	Mittel	$0{,}0399 = \frac{1}{25}$
Pflaster, dessen Oberfläche mit einer 3 bis 4 Centim. dicken Lage feinen Kiessandes bedeckt war	881	0,0622
	1860	0,0941
	1860	0,0731
	Mittel	$0{,}0765 = \frac{1}{13{,}1}$

V. Nachstehende Erfahrungen sind entnommen aus Navier's Considerations sur le principes de la police du roulage et sur les traveaux d'entretion des routes, Paris 1835.

Auf gewöhnlichen französischen Chausséen ist das Verhältniß der Zugkraft zur Last . . . . $\frac{1}{15}$

Dieser Widerstand schwankt jedoch in sehr weiten Grenzen je nach der Beschaffenheit der Straße. Auf einer Straße, wo das Material noch nicht gehörig fest geworden, so daß die Räder tiefe Geleise einschneiden, kann man annehmen . . . . $\frac{1}{5}$

Auf einer vollkommen fest gefahrenen Straße, deren Oberfläche hart und eben ist . . . . $\frac{1}{50}$

Bei den Versuchen, die 1832 auf dem Boulevard du Mont-Parnass zu Paris bei trocknem Wetter mit 2rädrigen Wagen stattfanden, war die Fahrbahn mit zerschlagenen Steinen chaussirt. Die Felgenbreite der Räder betrug 14 bis 16 Centim. und die Zugkraft schwankte zwischen $\frac{1}{44}$ und $\frac{1}{52}$; Mittelwerth . . . . $\frac{1}{46}$

Andere Versuche auf einem gut gepflasterten Boulevard zu Paris gaben als äußerste Grenzen $\frac{1}{42}$ und $\frac{1}{66}$, je nachdem die Erde in den Zwischenräumen der Steine mehr oder minder fest war; Mittelwerth . . $\frac{1}{53}$

VI. Verschiedene andere Angaben über den Widerstand der Fuhrwerke auf gewöhnlichen Straßen.

1) Nach von Gerstner (Mechanik Bd. I. S. 572—593) fangen die Frachtwagen auf unsern Chausséen von selbst an bergab zu laufen, ohne merklich in die Haltketten zu fallen, wenn das Gefälle zwischen $1\frac{1}{2}$ und 2″ auf die Klafter beträgt, dieß gibt . . . . $\frac{1}{40}$

2) Umpfenbach gibt an, daß nach angestellten Beobachtungen das freiwillige Herablaufen der Fuhrwerke auf glatten Chausséen erfolge:

Bei Frachtfuhren, sobald das Gefälle 3″ auf die Ruthe beträgt . . $\frac{1}{48}$

Bei gut gebauten Chaisen, wenn jenes 2″ auf dieselbe Länge ist . $\frac{1}{72}$

3) Nach Navier ist die Zugkraft zum Fortziehen eines Wagens auf ebenem festen Boden oder auf gepflastertem Wege, wenn die Pferde im Schritt gehen . . . . $\frac{1}{25}$

Bei zunehmender Geschwindigkeit wächst die Zugkraft auf ebenem Boden nicht merklich, beträchtlich aber auf gepflastertem Wege. Bei einem in Federn hängenden Wagen, der in starkem Trabe fortbewegt wird, ist die Zugkraft auf einer Kiesstraße . . . . $\frac{1}{11}$

Auf Sandwegen oder einer neuen Beschotterung . . . . . . $\frac{1}{8}$

4) Nach Coste und Perdonnet kann der Widerstand der Fuhrwerke geschätzt werden: Auf einer gepflasterten Straße . . . . $\frac{1}{30}$

Auf einer gut macadamisirten Chaussée . . . . $\frac{1}{35}$

Auf einer Eisenbahn . . . . $\frac{1}{200}$

5) Nach Corrèze und Manès ist der Widerstand auf einer guten Kieschaussée im Mittel . . . . $\frac{1}{25}$

Die Achsenreibung wird dabei auf $\frac{1}{200}$, also $\frac{1}{8}$ des ganzen Widerstandes geschätzt.

6) Nach Poncelet. Auf einer mit zerschlagenen Steinen bekiesten Straße $\frac{1}{8}$

Dieselbe Straße, wenn die Steindecke fester geworden . . . . . $\frac{1}{12}$

Auf einer gepflasterten Straße . . . . $\frac{1}{20}$

Auf einer dichten festgestampften Straße . . . . $\frac{1}{30}$

7) Nach Flachat ist der Widerstand auf einer gewöhnlichen Straße zwischen . . . . $\frac{1}{15}$ und $\frac{1}{20}$

VII. Versuche von Morin.

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschütz-lafette und 2rädrige Karren. Höhe der Räder = 1·564 M. Felgenbr. 10—12 Cent.	Artillerie-wagen. 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder = 1,35 M. Felgenbr. 7—7,5 Cent.	Wagen der Franche-Comté. Mittl. Höhe der Räder = 1,3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Güterwagen. Mittl. Höhe der Räder = 1,075 M. Felgenbr. 15—17 Cent.	Eilwagen der Messagerie générale. Mittl. Höhe der Räder = 1,15 M. Felgenbr. 10—11 Cent.
Grasplatz; Rasendecke auf homogenem Grunde, durch das Schmelzen des Schnees aufgeweicht; sehr naß, doch ohne sichtbares Wasser	—	$\frac{1}{7,9}$	—	—	—
Derselbe Boden, etwas weniger weich	$\frac{1}{15,5}$	$\frac{1}{12,4}$	$\frac{1}{11,9}$	$\frac{1}{11,3}$	$\frac{1}{11,4}$
Desgleichen noch weniger weich .	—	—	—	$\frac{1}{14,5}$	$\frac{1}{15,5}$
Desgleichen in festem Zustande .	$\frac{1}{23,7}$	$\frac{1}{19,2}$	$\frac{1}{18,4}$	$\frac{1}{17,5}$	$\frac{1}{17,4}$
Sommerweg einer Steinchaussée, sehr gut im Stande, fast trocken	$\frac{1}{36,2}$	$\frac{1}{31,3}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{26,6}$
Derselbe Weg mit Geleisen von 5—6 Cent. Tiefe	$\frac{1}{33,5}$	$\frac{1}{29}$	$\frac{1}{27,7}$	$\frac{1}{22,3}$	$\frac{1}{21,7}$
Derselbe Weg, auf der einen Seite Geleise von 10—15, auf der andern von 5—6 Cent. . .	$\frac{1}{30,6}$	$\frac{1}{26,5}$	$\frac{1}{25,2}$	$\frac{1}{21,1}$	$\frac{1}{22,5}$
Derselbe Weg mit einer Grundlage von 3—4 Cent. bedeckt:					
sehr trocken	$\frac{1}{15,6}$	$\frac{1}{13,5}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{10,7}$	$\frac{1}{11,5}$
genäßt	$\frac{1}{13,3}$	$\frac{1}{11,5}$	$\frac{1}{11,1}$	$\frac{1}{9,2}$	$\frac{1}{9,8}$
Desgleichen 5—6 Cent. dick mit Grand bedeckt	$\frac{1}{12,2}$	$\frac{1}{10,6}$	$\frac{1}{10,1}$	$\frac{1}{8,4}$	$\frac{1}{9}$
Desgleichen mit einer Lage ungebahnten Schnees	$\frac{1}{16,7}$	$\frac{1}{14,5}$	$\frac{1}{13,8}$	$\frac{1}{11,7}$	$\frac{1}{12,3}$
Fester Erdweg, mit einer 10—15 Cent. dicken Kieslage bedeckt .	$\frac{1}{11,6}$	$\frac{1}{9,95}$	$\frac{1}{9,5}$	$\frac{1}{7,9}$	$\frac{1}{8,5}$

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschütz-lafette und 2rädrige Karren. Höhe der Räder = 1·564 M. Felgenbr. 10 — 12 Cent.	Artillerie-wagen 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder = 1,35 M. Felgenbr. 7 — 7,5 Cent.	Wagen der Franche-Comté. Mittl. Höhe der Räder = 1,3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Güterwagen. Mittl. Höhe der Räder = 1,075 M. Felgenbr. 15 — 17 Cent.	Eilwagen der Messagerie générale. Mittl. Höhe der Räder = 1,15 M. Felgenbr. 10 — 11 Cent.
Derselbe Weg, mit einer gleich dicken Lage feinen Sandes und Kiesgemenge bedeckt	$\frac{1}{10,4}$	$\frac{1}{8,2}$	$\frac{1}{7,9}$	$\frac{1}{7,9}$	$\frac{1}{7,6}$
Steinchaussée, wenig befahren, feucht	$\frac{1}{23,3}$	$\frac{1}{20,2}$	$\frac{1}{19,3}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{17,1}$
Steinchaussée von Metz nach Montigny: Mit kleinem Kies unterhalten, in vollkommen gutem Zustande, sehr trocken und ohne Staub, im Schritt	$\frac{1}{62}$	$\frac{1}{53,7}$	$\frac{1}{51,5}$	$\frac{1}{42,7}$	$\frac{1}{45,6}$
im Trabe	$\frac{1}{46,7}$	—	—	—	$\frac{1}{43,9}$
Chaussée von Metz nach Nancy: Im guten Zustande; einige Steine an der Oberfläche zu Tage liegend; etwas feucht .	$\frac{1}{56,6}$	$\frac{1}{49,1}$	$\frac{1}{47,1}$	$\frac{1}{39}$	$\frac{1}{41,7}$
Sehr feucht und mit etwas flüssigem Kothe bedeckt, im Schritt	$\frac{1}{46,7}$	$\frac{1}{40,4}$	$\frac{1}{38,7}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{34,7}$
im Trabe	—	—	—	—	$\frac{1}{28,2}$
Straße der Kehle im Fort Belle-Croix zu Metz, ähnlich der vorigen Straße. Sehr naß mit flüssigem Kothe bedeckt . . .	$\frac{1}{46,8}$	$\frac{1}{39,5}$	$\frac{1}{38}$	$\frac{1}{31,3}$	$\frac{1}{33,7}$
Sehr ausgefahren, mit zähem Kothe bedeckt	$\frac{1}{25,7}$	$\frac{1}{22,3}$	$\frac{1}{21,4}$	$\frac{1}{17,7}$	$\frac{1}{18,9}$
Straße von Metz nach Thionville, im guten Zustande, Steindecke an der Oberfläche zu Tage liegend: Die Fahrbahn trocken .	$\frac{1}{72,4}$	$\frac{1}{62,8}$	$\frac{1}{60,2}$	$\frac{1}{49,8}$	$\frac{1}{50,9}$

Bezeichnung der Straße und deren Zustand.	Geschütz-lafette und 2rädrige Karren. Höhe der Räder = 1·564 M. Felgenbr. 10—12 Cent.	Artillerie-wagen. 4rädrig. Mittl. Höhe der Räder. = 1,35 M. Felgenbr. 7—7,5 Cent.	Wagen der Franche-Comté. Mittl. Höhe der Räder = 1,3 M. Felgenbr. 7 Cent.	4rädr. Gü-terwagen. Mittl. Höhe der Räder = 1,075 M. Felgenbr. 15—17 Cent.	Eilwagen der Messa-gerie. gene-rale. Mittl. Höhe der Räder = 1,15 M. Felgenbr. 10—11 Cent.
Naß und mit Koth bedeckt . . . Schritt .	$\frac{1}{54,3}$	$\frac{1}{47,1}$	$\frac{1}{45,2}$	$\frac{1}{37,1}$	$\frac{1}{39,9}$
Trab . .	—	—	—	—	$\frac{1}{27}$
Straßenpflaster in Metz, Sandstein von Sierck, im vollkommen guten Stande, Schritt . . .	$\frac{1}{87,1}$	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{72,2}$	$\frac{1}{59,7}$	$\frac{1}{64}$
Trab	$\frac{1}{47,4}$	$\frac{1}{44,2}$	—	—	$\frac{1}{56,7}$
Pflaster der Rue Stanislas zu Paris aus Sandstein von Fontainebleau	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{56}$	$\frac{1}{54}$	$\frac{1}{45}$	—
Bohlenbelag der Hängebrücke nach der Insel Chambière zu Metz .	$\frac{1}{57,3}$	$\frac{1}{49,8}$	$\frac{1}{47,9}$	$\frac{1}{39,6}$	$\frac{1}{42,2}$

Morin schließt aus seinen Versuchen:

1) Daß sich der Widerstand der wälzenden Reibung direct wie die Pressung und umgekehrt wie der Halbmesser der Räder verhält, und zwar nicht blos für weiche compressible Terrains, sondern auch für harte gepflasterte und chaussirte Straßen.

2) Daß derselbe Widerstand mit wenigen Ausnahmen abnimmt, wenn die Felgenbreite vergrößert wird. Eine Ausnahme hiervon bilden nur gepflasterte Straßen, wie sie in den Städten vorkommen, wo der Widerstand unabhängig von der Breite der Radfelgen ist.

3) Daß bei den nicht in Federn hängenden Wagen, wie die zwei- und vierrädrigen Frachtwagen, Lafetten ꝛc., der Widerstand am Umfange der Räder, wenn dieselben auf weichen compressiblen Bahnen, auf mehr oder minder feuchten Rasendecken, auf Landwegen, neu bekiesten Straßen und Sommerwegen ꝛc. fortbewegt werden, von der Geschwindigkeit der Bewegung unabhängig ist. Diese Unabhängigkeit hört dagegen auf, sobald die genannten Fuhrwerke auf festen Straßen mit unebenen Oberflächen gehen, wie z. B. auf gepflasterten Straßen, wo in jedem Augenblicke Stöße entstehen, die dem Fuhrwerke einen Theil seiner Geschwindigkeit rauben.

Bei Wagen, die in Federn hängen, zeigte sich der Widerstand auf den Sommerwegen unabhängig von der Geschwindigkeit, selbst wenn die Geleise 6, 10 bis 15 Centim. Tiefe hatten. Dagegen haben die Versuche auf Chausséen, bei welchen

die Kieseldecke an der Oberfläche zu Tage lag oder doch nur wenig mit Staub bedeckt war, ein Zunehmen des Widerstandes mit der Geschwindigkeit ergeben.

4) Daß Aenderungen in der Neigung der Zugkraft gegen die Richtung der Straße nur geringen Einfluß auf die Größe der letztern oder den Widerstand der Fuhrwerke haben.

5) Daß die in Federn hängenden Wagen, im Trabe gefahren, die Straßen nicht so stark beschädigen, als die unelastischen Wagen beim Fahren im Schritte, alle übrigen Umstände gleich gesetzt.

6) Daß die Höhe der Räder in einer solchen Beziehung mit der Zerstörung der Straßen steht, daß die kleinen Räder eine viel stärkere Abnutzung der Fahrbahn hervorbringen, als die großen.

VIII. Versuche von Kossak*).

Beschaffenheit des Wegs und der Fuhrwerke.	Verhältniß des Widerstandes zur Last.	Bemerkungen.
I. Steinbahn aus zerschlagenen Graniten:		
1) Lastwagen mit konischen Achsen. Mittl. Durchm. der Achsenschenkel 1,93″. Vorderräder 3′ 7″, Hinterräder 4′ Höhe, Felgenbreite 2½″ . . .	$\frac{1}{42,9}$	Die Achsen und Büchsen ganz glatt; mit einer Mischung von Theer und Talg geschmiert.
2) Lastwagen mit cylindrischen Achsen aus Schmiedeeisen von 2,23″ Durchm. Räder und Felgenbr. wie bei (1)	$\frac{1}{33,4}$	Die Achsschenkel geneigt unter einen Winkel von 2°,9′.
3) Lastwagen mit 5″ breiten Radfelgen und mit cylindrischen Achsen von 2,23″ Durchm. Höhe der Vorderräder 3′ 4″, der Hinterräder 3′ 10″. .	$\frac{1}{35,7}$	Achsschenkel glatt u. geschmiert.
4) Wagen mit konischen Achsen aus Eisen, in 4 Stahlfedern hängend. Mittl. Durchm. der Achsenschenkel = 1,7″, Vorderr. 3′ ¼″, Hinterr. 4′ 1¾″	$\frac{1}{28,8}$	
5) Derselbe Wagen mit abgesteiften Federn . . .	$\frac{1}{30,4}$	
II. Straßenpflaster aus runden Feldsteinen von 3½″ im Durchschnitt:		
6) Lastwagen mit konischen Achsen, wie in Nr. 1	$\frac{1}{34,1}$	
7) Lastwagen mit cylindr. Achsen, wie in Nr. 2	$\frac{1}{30,9}$	
8) Desgleichen mit breiten Felgen, wie in Nr. 3	$\frac{1}{31,8}$	

*) Ermittlung der Zugkraft, welche zur Fortbewegung der Fuhrwerke auf verschiedenen Straßen erforderlich ist. Danzig 1844.

Beschaffenheit des Wegs und der Fuhrwerke.	Verhältniß des Widerstandes zur Last.	Bemerkungen.
9) Lastwagen wie in Nr. 1, nur mit gestürzten Rädern. Neigung der unteren Seite der Achse gegen den Horizont 9° 6′	$\frac{1}{32,1}$	
10) Wagen in Federn hängend, wie Nr. 4. . . .	$\frac{1}{21,5}$	
11) Derselbe Wagen mit abgesteiften Federn . . .	$\frac{1}{26}$	
III. Sommerweg, aus einer Mengung von Lehm und Kies zu gleichen Theilen bestehend:		
12) Lastwagen mit konischen Achsen, wie Nr. 1 . .	$\frac{1}{19,8}$	
13) Lastwagen mit breiten Felgen, wie Nr. 3 . .	$\frac{1}{24,2}$	
14) Lastwagen mit kleinen Rädern von 17 ½ und 19 ¼″ Höhe, 2″ Felgenbr., konischen Achsen aus Holz mit Eisen beschlagen; mittl. Durchm. der Achse 2¾″	$\frac{1}{11}$	Untere Seite der Achsschenkel horizontal.
IV. Sandweg, aus trockenem feinem Sande bestehend:		
15) Lastwagen mit konischen Achsen, wie Nr. 1. .	$\frac{1}{5}$	
16) Desgleichen mit breiten Felgen, wie Nr. 3 . .	$\frac{1}{7,1}$	
V. Schneebahn, 2—3″ dick, mit festgefahrenem Schnee bedeckt:		
17) Schlitten mit unbeschlagenen Kuffen von 3″ Breite	$\frac{1}{27,4}$	Temperatur — 3° R.
18) Schlitten mit ¾″ breiten Eisenschienen beschlagen	$\frac{1}{30,5}$	dito.

Die Folgerungen von Kossak sind:

a) Konische Achsen sind den cylindrischen bei gleicher Haltbarkeit vorzuziehen, da erstere eine geringere Reibung geben.

b) Die gestürzten Räder sind ganz zu vermeiden, weil dabei jedesmal eine Reibung zwischen der Nabe und dem Achsenfutter stattfindet.

c) Die Zugkraft wird um so kleiner, je größer die Räder sind.

d) Für schwere Lastwagen sind Räder mit breiten Felgen den mit schmalen vorzuziehen, weil sie eine geringere Zugkraft erfordern.

§. 29.

Leistung der Pferde beim Transport von Lasten auf verschiedenen Straßen.

1) Navier nimmt die Muskelkraft eines Pferdes zu 80 Klg. an. Ein solches Pferd soll einschließlich des Gewichts vom Wagen fortziehen:

Auf einer Steinchaussée . . . . 1000 Klg.
Auf einer gut gepflasterten Straße . . . 1600 „

2) Nach Corrèze und Manès werden in Lothringen schwere vierrädrige Wagen von 1750 Kil. mit 3750 Klg. Ladung durch 5 Pferde gezogen, so daß auf jedes Pferd 350 Klg. des Wagens und 750 Klg. der Ladung kommen. Demgemäß ist der Totaleffect für die Pferdekraft = 1100 Klg., von welchen nur 68% als Nutzeffect gelten.

In der Franche-Comté kommen dagegen einspännige elastische Wagen mit leichten Rädern in Anwendung. Das Gewicht eines solchen Fuhrwerks beträgt nicht über 400 Klg., die Ladung 1100—1200 Klg., also die mittlere Totallast 1550 Klg., wovon der Nutzeffect nahe 74% beträgt.

3) Die Erfahrungen, welche der Ingenieur Schwilgué über zweirädrige Frachtwagen machte, sind folgende:

Der Nutzeffect für ein Pferd beträgt im Winter 698, im Sommer 853 Klg.; rechnet man das Gewicht des Wagens hinzu, so ergeben sich die Totallasten für den Winter 1000 Klg. und für den Sommer 1200 Klg.

Der Effect der Pferdekraft beim 2rädrigen Fuhrwerk nimmt ab, wenn die Zahl der Vorspannpferde größer wird, wie folgende Beobachtungen nach dem Durchschnitt des ganzen Jahres ersehen lassen.

Zahl der Pferde.	Gewicht des Wagens.	Ladung.	Totallast auf 1 Pferd.
1spännig . . .	500 Klg.	941 Klg.	1441 Klg.
2 „ . . .	900 „	1977 „	1438 „
3 „ . . .	1200 „	2733 „	1311 „
4 „ . . .	1350 „	3750 „	1275 „
5 „ . . .	1500 „	3925 „	1085 „
6 „ . . .	1500 „	3942 „	907 „
7 „ . . .	1500 „	3978 „	783 „
8 „ . . .	1500 „	3984 „	685 „

Vierrädrige Frachtwagen. 100 vierrädrige Wagen der Franche-Comté haben 1825—26 auf der Straße nach Havre 96145 Klg. verfahren; also Nutzlast auf das Pferd = 960 Klg., und nach Hinzurechnung von 340 Klg. für das Gewicht des Wagens pro Pferd = 1300 Klg. Totallast.

Auf der Straße zwischen Rouen und Havre fuhren in demselben Jahre 108 schwere Frachtwagen mit 741 Vorspannpferden, welche 576869 Nutzlast beförderten. Jeder Wagen durchschnittlich 7spännig und mit 5341 Klg. beladen; sein eigenes Gewicht betrug 2500 Klg., also Totallast = 7841 Klg. Dieß gibt auf jedes Pferd 763 Klg. Nutzlast und 1120 Klg. Totallast.

Nach den Jahreszeiten geordnet, stellt sich der Effect eines Pferdes beim 4rädrigen Fuhrwerk, wie folgt:

Wagen der Franche-Comté, 340 Klg. wiegend:

Winter:	Nutzlast	= 816 Klg.;	Totallast	= 1156 Klg.
Sommer:	„	= 971 „ ;	„	= 1311 „

Schwere Frachtwagen mit 17 Centim. breiten Felgen:

Winter:	Nutzlast	= 719 Klg.;	Totallast	= 1075 Klg.
Sommer:	„	= 802 „ ;	„	= 1158 „

Dieser Unterschied in den Leistungen eines Pferdes nach den Jahreszeiten rührt hauptsächlich von dem Zustande der Straße her.

4) In Preußen, wo die Straßen im Allgemeinen in einem sehr guten Zustande sind und gut unterhalten werden, kann man die von jedem Pferde andauernd fortzuschaffende Nutzlast unbedenklich zu 25 bis 30 Ctnr. annehmen. Dieß gibt im Durchschnitt 27 ½ Ctnr. oder nahe 1415 Klg., und wenn der Antheil vom Gewicht des Wagens auf jede Pferdekraft mit 7 ½ Ctnr. in Anrechnung kommt, so beträgt die Totallast pro Pferd 35 Ctnr. = 1800 Klg.

Bei den sogenannten Eilfrachtfuhrwerken, welche 1 Meile in 1 ¾ Stunden zurücklegen und deren eigenes Gewicht 30 Ctnr. beträgt, ist die Tragfähigkeit auf 100 Ctr. berechnet; jedoch wird die gewöhnliche Belastung nach den Jahreszeiten stets geringer genommen. Man ladet im Sommer 80, im Winter nur 60 Ctnr., was also für jedes Pferd eine Nutzlast von bezüglich 20 und 15 Ctnr. (1029 und 772 Klg.) gibt. Mit Hinzurechnung des Wagens beträgt die Totallast auf die Pferdekraft im Sommer 27 ½, im Winter 22 ½ Ctnr., oder bezüglich 1415 und 1158 Klg.

Bei den preußischen Schnellpostwagen, deren eigenes Gewicht 35 Ctnr. beträgt und welche von 4 Pferden mit einer Geschwindigkeit von 1 Meile in ¾ Stunden fortbewegt werden, ist die Totallast 49 ½ Ctnr., was für jedes Pferd 12,3 Ctr. oder 633 Klg. gibt.

Bei den französischen Diligencen beträgt die Leistung jedes Pferds 583 Klg.

v. Gerstner nimmt die Zugkraft verschieden, je nach der Natur und Beschaffenheit des Pferdes, nämlich:

	Zugkraft.	Geschwindigkeit.	Arbeitszeit.
Für ein schwaches Pferd . .	45 Klg.	1,1 M.	8 Stunden
„ „ mittelstarkes „ . .	56 „	1,26 M.	8 „
„ „ starkes „ . .	72,8 „	1,42 M.	8 „

Das Gewicht des Pferdes setzt er 5mal der Zugkraft gleich.

Französische Ingenieure nehmen den mittleren Zug eines Pferdes zu 70 Klg. an, wenn dasselbe 10 Stunden täglich arbeitet und 3240 Met. in der Stunde durchläuft.

Nach Minard's Versuchen fällt der Reibungscoefficient zwischen $\frac{1}{27}$ und $\frac{1}{10}$, und da das Pferd auf den großen Straßen (das Gewicht des Wagens mit inbegriffen) circa 1100 Klg. zieht und 30000 Met. täglich durchlauft, so fällt die Zugkraft zwischen 40 und 110 Klg.

Schwilgué nimmt das Verhältniß der Leistung im Trabe zu der im Schritte wie 71 zu 90 an.

Siebenter Abschnitt.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

Von den Eisenbahnen im Allgemeinen.

§. 30.

Einleitung in den Eisenbahnbau.

Wie bereits beim Straßenbau angeführt, gehört die Anlage und Vermehrung der Kunststraßen zu den hauptsächlichsten Mitteln, die Civilisation eines Landes zu heben. Die Versuche, welche über die Widerstände der Fuhrwerke auf den genannten Straßen angeführt wurden, sowie die mitgetheilte Constructions- und Unterhaltungsweise der Fahrbahnen mußten zu der Ueberzeugung führen, daß die Landfracht auf den Straßen durch mechanische Verbesserungen, als breite Radfelgen, größere Räder und dünne Achsen, zwar noch einigermaßen befördert werden kann, daß aber die Hauptverbesserung nur in der Verminderung der Reibung an den Radumfängen, also lediglich nur durch Erzielung einer glättern und festern Fahrbahn gesucht und bewirkt werden könne. Man hat deshalb schon in frühen Zeiten die Wagengeleise mit festen und entsprechend breiten Quadersteinen und später mit noch festerem und dauerhafterem Material — mit Eisen — belegt, und einer solchen Straße oder Fahrbahn den Namen „Eisenbahn" gegeben.

Die Nützlichkeit der Eisenbahnen besteht also hauptsächlich darin, bedeutende Lasten mit größerer Schnelligkeit, Sicherheit und Wohlfeilheit zu fördern, als dieß auf gewöhnlichen Straßen der Fall ist. Es werden deshalb auch auf den bestehenden Eisenbahnen, mit Ausnahme sehr weniger Linien, Pferde als Zugkraft, nur sehr selten angewendet, und ist es die Dampfkraft, durch deren Benützung allein die Fortbewegung großer Lasten mit sehr großer Geschwindigkeit ermöglicht wird.

Eisenbahnen müssen daher noch mehr als Straßen neue Lebensadern in dem Verkehr erzeugen und die Erwerbsquellen der durchkreuzten Gegenden und Städte an den End- und Zwischenstationen vermehren. Durch zweckmäßig geführte Eisenbahnen werden oft sehr großen Quantitäten roher Materialien, die Jahrtausende unbenutzt dem Boden angehörten, neue Absatzwege in Fabriken und Werkstätten geöffnet und dadurch Arbeit und Wohlstand verbreitet.

Die Fragen, welche sich nun hier zunächst aufdrängen, sind: Woher haben wir die Eisenbahnen? Wer hat sie erfunden? Wie kommt es, daß sie, von denen vor 25 Jahren kaum die Rede gewesen, in so kurzer Zeit eine so große Aus-

dehnung erhalten haben? Waren sie früher gar nicht vorhanden, oder ist es einem besondern Umstande zuzuschreiben, der ihre so schnelle Verbreitung in neuerer Zeit bewirkt hat?

Um alle die Fragen zu beantworten, wollen wir in dem Folgenden das Geschichtliche der Eisenbahnen mittheilen.

§. 31.

Geschichtliches der Eisenbahnen.*)

Der älteste Landesverkehr ging über die rohe Erdrinde auf kunstlosen Wegen, wie wir sie noch jetzt selbst in europäischen Ländern finden. Menschen und Lastthiere dienten als Transportmittel, und als die zu transportirenden Gegenstände so groß und schwer wurden, daß sie nicht mehr auf diese Art fortgeschafft werden konnten, erfand man Schleifen, benutzte Walzen und construirte endlich Karren und Wagen mit Rädern. Mit diesen fuhr man anfänglich auf dem gewachsenen Boden, mußte aber bald bemerken, daß die Weichheit und Unebenheit desselben einen bedeutenden Theil der Zugkraft absorbirte, und man ward dadurch auf das Abebnen und Befestigen des Bodens geführt, womit der Straßenbau erfunden war.

Die Fuhrwerke waren anfänglich roh und mit wenig Rücksicht auf Kraftgewinn construirt, wie dieß die Karren der heutigen italienischen Bauern noch sind; und wenn man auch nicht säumte, dieselben zu verbessern, so mußte man doch bald zur Einsicht gelangen, daß diese Verbesserung ein gewisses Maximum leicht erreichen würde und alsdann jeder weitere Gewinn an den Transportkräften von der Verbesserung der Wege abhänge.

Besonders leicht wurde man in den Fällen auf den Gedanken geführt, wenn schwere Lasten immer ein und denselben Weg zu machen hatten, oder wenn das Gewicht der zu transportirenden Gegenstände sehr groß war; es lag dann nahe, die oft große Mühe und bedeutende Kosten erheischende Befestigung der Straße auf den möglichst kleinsten Raum, d. h. auf denjenigen, der von den Rädern berührt wurde, zu beschränken, und entstanden aus den gewöhnlichen Wegen die Radbahnen.

Das Material zu diesen Bahnen hing von der Localität ab, und war zunächst Stein oder Holz, je nachdem man das eine oder andere zur Hand hatte.

Die Erfindung der Radbahnen von Stein ist so alt wie die Pyramiden, und es sind in Egypten diese Bahnen noch zu erkennen. In Cyrene in Afrika hat man Spuren derartiger Bahnen meilenweit verfolgt und als Communicationen zwischen den einst prachtvollen Städten der Wüste erkannt.

Ist hiernach also den Baumeistern der Pyramiden vielleicht die Erfindung der steinernen Radbahnen zuzuschreiben, so war es der Bergbau, welcher Holz an die Stelle der Steine anwenden lehrte. Denn hier lag der Fall vor, daß bedeutende Lasten immer ein und denselben Weg zu machen hatten. Der Bergbau blühte besonders früh in Deutschland und hier finden sich auch die ersten Spuren von

*) Eisenbahnzeitung 1847. Vortrag von Breymann in Stuttgart.

Holzbahnen, und wir müssen die Erfindung der Radbahnen von Holz den Deutschen zuschreiben, wenn gleich dieselbe von Engländern in Anspruch genommen wird.

Erst zu Anfang des 17. Jahrhunderts tauchen die Holzbahnen in England auf. Es scheint, daß zwischen den Jahren 1602 und 1649 ein Herr Beaumont dergleichen Holzbahnen bei den Steinkohlengruben nächst Newcastle an der Tyne angelegt hat. Um das Jahr 1676 wurden diese Holzbahnen so beschrieben, daß sie aus zwei nach der Spurweite der Wagen von einander entfernten Balken bestanden, die durch Querhölzer gestützt und in ihrer parallelen Lage gehalten wurden.

Diese Balken mußten durch die Räder der Wagen bald beschädigt und dadurch rauh werden, so daß ihre Erneuerung bald nöthig wurde. Da aber nur die Oberfläche der Balken durch die Räder angegriffen wurde, so legte man auf dieselben andere dünnere Balken, die zerstört, mit leichter Mühe und wenigen Kosten erneuert werden konnten, wobei die eigentlichen Tragbalken unversehrt blieben. Wenn wir uns diese Construction versinnlichen, so liegt eine Vergleichung mit unsern heutigen Eisenbahnen sehr nahe. Die Langschwellen sind dort wie hier vorhanden, und statt der eisernen sehen wir hier Holzschienen.

Auf diesen Bahnen bewegten sich die Lasten meistens abwärts, weil die Kohlengruben höher lagen, als die Ladeplätze an der Tyne. Eine Ladung von 42 Ctnr. für ein Pferd scheint der Effect gewesen zu sein, den man verlangte, und wenn die steilste Stelle diesen gewährte, war man zufrieden.

Da jedoch die Reibung auf den hölzernen Schienen noch immer sehr bedeutend war, besonders wenn einmal eine Abnutzung eingetreten und das Holz naß geworden war, so besetzte man später die Hölzer mit flachen eisernen Schienen, die man durch gewöhnliche Nägel befestigte. Diese Befestigung war sehr mangelhaft, die Nägel wurden leicht lose und konnten dann nicht wieder in dieselben Löcher eingetrieben werden, und dieß mag ein Grund gewesen sein, warum man die Anwendung schmiedeiserner Schienen nicht weiter verfolgte; wenigstens blieben die Bahnen in dem beschriebenen Zustande bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit glaubte man in den Kanälen die vollkommenste Art der innern Communication eines Landes gefunden zu haben, und die wissenschaftlichen Bestrebungen wandten sich diesen zu.

In einem so eisenreichen Lande wie England, wo das Holz schon lange in einem verhältnißmäßig sehr hohen Preis stand, konnte es jedoch nicht ferne liegen, die leicht verweslichen Holzschienen durch eiserne zu ersetzen; doch dauerte es bis zum Jahre 1738, wo zuerst von gußeisernen Schienen die Rede ist. Der Anwendung derselben scheint aber die große Schwere der in Gebrauch stehenden Wagen entgegen gewesen zu sein, und eine gewisse Nachricht von gußeisernen Schienen hat man erst vom Jahre 1767, in welchem ein Herr Reynolds auf den großen Hüttenwerken zu Coalbrockdale, wo auch die erste gußeiserne Brücke gegossen wurde, dergleichen anfertigen ließ.

Um das Jahr 1805 machte ein Herr Nixon auf der Walbotle Steinkohlengrube Versuche mit stabeisernen Schienen, weil der Anwendung der gußeisernen ihre große Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit im Wege stund. Diese stabeisernen Schienen bestanden aus 2′ langen, im Querschnitt quadratförmigen Stäben, die

an den Enden etwas übereinander griffen und durch einen Nagel befestigt wurden. Diese Schienen ruinirten indessen bei ihrer schmalen Oberfläche die Radreifen so sehr, daß ihre Anwendung immer eine beschränkte blieb, bis man anfing, die Lehrsätze der Mechanik bei ihrer Darstellung in Anwendung zu bringen. Es geschah dieß erst im Jahre 1820, wo John Birkinshaw auf der Bedlington Eisenhütte ein Patent auf die Verbesserung ihrer Form nahm. Er gab ihnen nämlich eine solche Gestalt, daß sie den Rädern eine eben so große Oberfläche boten, wie die gußeisernen, und doch ihr Gewicht das der frühern quadratförmigen nicht überschritt. Dieses Prinzip, die Schienen als Körper darzustellen, die bei dem kleinsten Querschnitte, also bei der kleinsten Eisenmasse die möglichst größte Tragkraft und eine angemessene große Oberfläche zur Berührung mit den Rädern hatten, liegt allen den vielen weitern Veränderungen, die die Form der Schienen erlitten hat, zum Grunde.

Von diesem Zeitpunkte an, als man anfing, mathematische Lehrsätze auf die Anlage der Eisenbahnen anzuwenden, wird die Geschichte derselben nachweisbar und tritt aus dem frühern Dunkel hervor.

Wir haben erwähnt, daß man, um den Transport überhaupt zu erleichtern, zuerst wohl die Fuhrwerke zu verbessern anfing, dann auf die Wege selbst überging und hiermit so weit kam, daß die Räder der Wagen auf der glatten Oberfläche eiserner Schienen liefen. Die bewegende Kraft war aber bis dahin immer nur auf die Muskelkraft der Thiere beschränkt und es trat nun eine Periode ein, in der man diese durch andere Kräfte zu ersetzen suchte, um so die Transportmittel in dieser Richtung zu vervollkommnen.

Die bis dahin im Gebrauche gewesenen Eisenbahnen waren im Allgemeinen meistens mit einem Gefälle angelegt, der Art, daß die Last sich auf ihnen nur abwärts bewegte, und es allein darauf ankam, die Gefälle so einzurichten, daß die Pferde die leeren Wagen an den steilsten Stellen aufwärts zu ziehen im Stande waren. Auf solchen Bahnen hatten die Pferde bald eine große Last zu ziehen, bald gingen sie fast leer und bei bedeutenden Abhängen mußten sie gar ausgespannt werden, wobei man dann die Wagen der freien Einwirkung der Schwere überließ und ihre Geschwindigkeit durch Bremsen zu mäßigen suchte, was natürlich nicht ohne große Unbequemlichkeit und Gefahr geschehen konnte. Nun lag es wohl ziemlich nahe, daß man da, wo man der großen Frequenz wegen für die leer zurückgehenden Wagen besondere Bahnen oder Geleise anlegte, diese an den steilen Stellen so mit den andern zu verbinden, daß die herabrollenden beladenen Wagen die leeren mittelst eines um eine Rolle geführten Taues heraufzogen. Auf diese Weise ward die Schwere als Zugkraft auf Eisenbahnen benutzt und es entstanden die sog. *selbstwirkenden Rampen*.

Als später die Dampfmaschine in ausgedehnterem Maße bei fast allen mechanischen Verrichtungen angewendet wurde, benutzte man auch solche, um mittelst eines von ihr zu den Wagen geführten Seils letztere stark geneigte Abhänge hinaufzuziehen, oder man betrieb die Bahnen mittelst *stationärer Dampfmaschinen*. Es scheint, daß im Jahre 1808 zu Birtlay-Fall in der Grafschaft Durham die erste Anwendung hiervon gemacht wurde. Aber erst dann, als es gelang,

der Dampfmaschine die Eigenschaft der eigenen Ortsveränderung, oder wie man sagt, die Locomotivkraft zu geben, hatte man diejenige Bewegkraft gefunden, welche die große und schnelle Verbreitung der Eisenbahnen zur Folge hatte.

Bereits im Jahre 1784 faßte ein Amerikaner, Oliver Evans, die Idee, die Kraft einer Hochdruckdampfmaschine zur Fortschaffung von Lasten auf Straßen und Schienenwegen zu benutzen und begann im Jahre 1799 den Bau seiner Locomotive, die er im Jahre 1801 vollendete. Jedoch erst im Winter 1803—1804 machte sie ihre Fahrt durch die Straßen von Philadelphia. Wie es indessen oft zu geschehen pflegt, der Erfinder fand die gehoffte Unterstützung nicht und Mangel an Geld scheint ihn abgehalten zu haben, seine Absicht, eine Strecke Eisenbahn anzulegen, in's Werk zu richten, und so sehen wir dieselbe Maschine später zur Bewegung eines Dampfboots verwendet.

Im Jahre 1802, also jedenfalls später als der Amerikaner Evans seinen Dampfwagen erfand, nahmen zwei Engländer, Trevithick und Vivian, ein Patent auf die Anwendung des Dampfs auf Eisenbahnen. Ihr Dampfwagen wurde auf der Merthyr Tydwill Eisenbahn in Südwallis angewendet und zog circa 200 Ctnr. Ladung mit einer Geschwindigkeit von einer deutschen Meile in der Stunde.

Hiernach pflegt man den Engländern die Erfindung der Dampfwagen zuzuschreiben, obgleich sie eigentlich von dem Amerikaner Evans herrührt.

Das große Hinderniß, welches in dieser Zeit der Anwendung der Dampfwagen auf Eisenbahnen entgegenstand, war die Meinung, daß die Reibung der Räder auf den Schienen nicht hinreiche, um die Fortbewegung der Maschine und einer angehängten Last zu bewirken. Man gab sich alle Mühe über dieses Hinderniß hinwegzukommen; man legte längs der Bahn eine gezahnte Stange und ließ ein Zahnrad der Maschine hier eingreifen, man befestigte eine Kette an beiden Enden der Bahn und führte sie um eine an der Maschine befindliche Rolle, die, von letzterer um ihre Achse gedreht, ein Fortbewegen des Wagens bewirken sollte.

Erst im Jahr 1814 wurde der Umstand erkannt, daß es solcher Mittel nicht bedürfe und daß die Reibung der Radkränze auf den Schienen hinreiche, die Maschine auf horizontalen oder wenig geneigten Bahnen fortzutreiben, und zwar war es G. Stephenson, der in diesem Jahre die erste brauchbare Maschine bauete. Mit mancherlei kleinen Verbesserungen blieben diese Maschinen im Gebrauche bis zum Jahre 1829. Ihre Leistung war eine beschränkte und man hielt sie nur für den Gütertransport geeignet.

Zu dieser Zeit war der Bau der Liverpool-Manchester Bahn so weit gediehen, daß man sich darüber entscheiden mußte, welche Art von Bewegkraft man auf derselben in Anwendung bringen wolle. Nach vielen angestellten Beobachtungen und Erörterungen entschloß man sich für die Locomotivdampfkraft und eröffnete eine Concurrenz bei Aussetzung einer Prämie von 500 Pf. St. für den besten Dampfwagen. Am 6. October 1829 erschienen vier Dampfwagen zum Kampf um diesen Preis. Sie führten die Namen: „Rakete", „Neuigkeit", „Unvergleichliche" und „Beharrlichkeit". Die Rakete von Stephenson blieb Siegerin.

Dieser Wettkampf auf der Liverpool-Manchester Bahn bildet einen wichtigen

Abschnitt in der Geschichte der Eisenbahnen. Bis zur Anwendung des Princips, nach welchem die Rakete construirt wurde, war die größte Leistung der Locomotiven die Fortschaffung von etwa 20 Tonnen Last mit einer Geschwindigkeit von zwei deutschen Meilen in der Stunde, wobei die Locomotive sammt Tender 210 Ctnr. wog. Die neue Locomotive wog mit Tender 149 Ctnr. und zog ihre Last mit weit größerer Geschwindigkeit. Der größte Vortheil der neuen Construction bestand aber in der Erlangung einer weit größern Dampferzeugungsfähigkeit der Maschine, wovon ihre Wirksamkeit hauptsächlich abhängt. Dieß erreichte Stephenson, indem er in dem Kessel der Maschine eine bedeutende Anzahl Röhren von kleinerem Durchmesser anbrachte. Vermehrte man nun das Gewicht der Locomotiven wieder bis zu dem der alten, so nahm die Verdampfungsfähigkeit derselben in weit höherem Maße zu und damit auch ihre Geschwindigkeit. Man brachte diese bald auf 20 engl. Meilen in der Stunde und hat sie seither auf das dreifache gesteigert.

Sehen wir nun, wie es bis zum Jahre 1830 mit den Eisenbahnen in den verschiedenen Ländern stand. In England bestanden mehrere kleine Bahnen, die meistens in den Kohlendistricten angelegt waren und zum Transport von Kohlen dienten.

Unter diesen ältern Bahnen zeichnete sich die Gloucester-Cheltenham Bahn, im Jahre 1812 eröffnet, dadurch aus, daß sie mit Locomotiven jener ältern Construction betrieben wurde, während die Mehrzahl der übrigen Bahnen Pferdekraft hatten. Die erste größere englische Bahn war jene von Stokton nach Darlington, in der Grafschaft Durham, deren Hauptlinie 1825 eröffnet wurde, die aber viel Nebenbahnen erhielt.

In den vereinigten Staaten von Nordamerika sehen wir bis 1830 drei Bahnen eröffnet: die erste in der Nähe von Boston, kaum $^3/_4$ deutsche Meilen lang, dann zwei andere Bahnen, 1827 und 29 eröffnet, in Pensylvanien, zusammen etwa 5 Meilen lang; alle mit Pferdebetrieb.

Frankreich konnte bis 1830 nur eine im Betrieb stehende Bahn aufweisen, die von St. Etienne nach Andrezieur; Transportgegenstände waren hauptsächlich Steinkohlen und die Transportkräfte Pferde.

In Deutschland sehen wir bis zum Jahr 1830 nur ein Stück von 8 Meilen Länge der Budweis-Linz-Gmundener Eisenbahn in Böhmen eröffnet. Außerdem waren im Jahr 1828 die Arbeiten der Prag-Pilsener Pferdebahn begonnen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Eisenbahnen nach den nächsten 15 Jahren, so werden wir erstaunen über die Ausbreitung, welche sie in diesem Zeitraum erhalten haben.

Nordamerika hat bis zum Jahr 1845 zusammen 1997 deutsche Meilen, wovon schon bis zum Jahr 1840 738 deutsche Meilen dem Verkehr eröffnet waren.

England hat zusammen 12200 deutsche Meilen, von denen 422 eröffnet, 1293 für die Ausführung gesichert, 10485 aber nur noch Project sind.

Frankreich hat 1278 deutsche Meilen, davon 133 eröffnet. Belgien 133, im Betrieb 75$^1/_2$. Die Niederlande 166, eröffnet 20; und Rußland 581, wovon 16 befahren werden.

Deutschland überhaupt 1691, eröffnet 423 deutsche Meilen.

Wir sehen also bis zum Schlusse des Jahres 1845 in Europa 1079 deutsche Meilen Eisenbahnen eröffnet, 2262 Meilen theils im Bau begriffen, theils für die Ausführung gesichert, und 11745 Meilen projectirt. Im Ganzen die Länge von 15086 deutschen Meilen.

Deutschland also hatte schon mit Ablauf des Jahres 1845 die größte Länge eröffneter Eisenbahnen, etwa 423 deutsche Meilen, und bis zum Schlusse des Jahres 1852 waren es schon 1059 deutsche Meilen *). Die vereinigten Staaten hatten bis zu dieser Zeit 6692, England 1693 und Frankreich 1211 deutsche Meilen im Betriebe.

Ohne auf die übrigen Staaten und Länder, welche eröffnete und im Bau begriffene Eisenbahnen besitzen, näher einzugehen, können wir schon aus dem Gesagten entnehmen, welche Ausdehnung die Eisenbahnen von dem Jahre 1830 bis 1854 erhalten haben. Fragen wir nach der Ursache dieser Erscheinung, so können wir sie nur in der von dem genannten Jahre datirenden großen Verbesserung der Construction der Locomotiven suchen; denn war man anfänglich auf wenig geneigte und wenig gekrümmte Bahnen beschränkt, also auf Gegenden, die dergleichen erlaubten, so wurden auch in weniger günstigen Landstrichen diese Communicationsmittel möglich, sobald es gelungen war, die Locomotiven so zu construiren, daß sie größere Steigungen überwinden und schärfere Krümmungen durchlaufen konnten.

§. 32.

Allgemeine Bemerkungen. **)

Die Erbauung einer Eisenbahn kann Staats- oder Privatunternehmen sein. In beiden Fällen ist es gleich wichtig, die sorgfältigste Erwägung aller Verhältnisse bei der Bearbeitung der Entwürfe Statt finden zu lassen, obgleich rücksichtlich der Rentabilität zwischen Staats- und Privatanlage oft ganz entgegengesetzte Erfolge zu erzielen gesucht werden. Als Staatsunternehmen ist die Rücksicht, durch verbesserte Communicationsmittel nützliche Erfolge für den Staat überhaupt zu erzielen, gewöhnlich die vorherrschende. Lassen sich, wie schon beim Straßenbau erwähnt worden, große Vortheile für den Staat durch Einführung zweckmäßiger Straßen erkennen, um wie viel mehr muß ein Land durch Einführung gut angelegter Eisenbahnen gewinnen.

Wie Eisenbahnen die Menschen entfernter Gegenden um Vieles einander näher bringen und die Geschäfte im Allgemeinen dadurch belebter machen, wie insbesondere durch sie der geistige, gesellige und Handels-Verkehr an Ausdehnung gewinnt und die Civilisation der Menschen rascher vorwärts schreitet, auch bei richtiger Einsicht, das Interesse Einzelner nicht zurückgedrängt, vielmehr vorwärts gebracht wird, davon haben uns die bereits bestehenden Eisenbahnen zur Genüge überzeugt.

---

*) Deutsche Eisenbahnstatistik für 1852.

**) Jordan, praktische Anweisungen zu den Projections-, Nivellements-, Plan- und Erdarbeiten von Eisenbahnen 2c. Darmstadt 1840.

Die Zahl und Größe der Vortheile zu erkennen, welche durch die zunehmende Einführung dieser großen Erfindung in der Folge den Menschen noch zu gut kommen werden, ist nicht wohl möglich. Mögen Eisenbahnunternehmungen vom Staate oder Privaten ausgehen, immer ist es von gleicher Bedeutung, daß der erste Entwurf auf zuverläßige Angaben gegründet wird. Namentlich bleibt es unverantwortlich, wenn solche Unternehmungen auf allgemeine Schätzungen hin begonnen werden, nicht nur, weil durch leichtsinniges Projectiren schon große Summen für die Unternehmer oft nutzlos angewendet, sondern auch die Hoffnungen auf verheißene gute Zinsen damit zu Grabe getragen werden.

Jede solide Eisenbahngesellschaft muß als Basis der Unternehmung die genaue und sichere Ausmittlung nachstehender Hauptpunkte in Betrachtung nehmen.

1) Die Größe des Verkehrs;
2) die Kosten der Anlage;
3) die Kosten des Betriebs;
4) die Größe des Ertrags.

Die Größe des Verkehrs oder die Ausmittlung der Förderungsmasse einer Eisenbahn erfordert, als der wichtigste Theil jener Vorarbeiten, auf den eigentlich allein nur eine Unternehmung gegründet werden kann, umfassende Kenntnisse der Handelsverhältnisse und des innern Verkehrs. Die Ermittlung des Waaren- und Personenverkehrs zwischen den Endpunkten einer Eisenbahn bleibt bei aller Intelligenz immer eine sehr schwierige Aufgabe, da eine genaue Controle über die Quantitäten nirgends vollständig zu erhalten sein dürfte und man nicht voraussagen kann, um wie viel der Verkehr durch das erleichterte Communicationsmittel der Eisenbahn sich vermehren wird.

Materialien, welche Zollbehörden zu geben vermögen, können die Aufsuchung der bewegten Gütermassen sehr erleichtern, eben so lassen sich auch die Einnahmsverzeichnisse der Chaussée- und Pflastergelderhebungen von einer Straßenlinie, welche mit der projectirten Eisenbahn parallel läuft, als vorzügliche Nachweise zu Rathe ziehen. Die Absonderung des leeren und beladenen Fuhrwerks, so wie des Personen- und Lastfuhrwerks ist wohl fast überall bei den Chaussée-Einnehmereien in den Einnahmeregistern verzeichnet und wird deßhalb selten Schwierigkeiten machen.

In der Regel wird als Zuglast bei Güterfuhren das Gewicht von 1000 Klgr. oder 20 Ctnr. für ein Pferd angenommen, und es läßt sich darnach aus den bezahlten Chaussée- und Pflastergeldern die Gütermasse einigermaßen mit Genauigkeit ermitteln. Der untrüglichste Maßstab von der Frequenz auf einer Landstraße bleibt daher wohl die Einnahmsgröße des Straßengeldes.

Bei dem Binnenverkehr kann je nach den örtlichen Verhältnissen durch die erleichterten Verbindungen auf eine mehr oder minder große Zunahme gerechnet werden.

In den niedrigen Frachtpreisen, welche Eisenbahnen zu stellen vermögen, und in der Schnelligkeit des Transports liegt die Ursache der Vermehrung von Reisen für Geschäfte und zum Vergnügen, so wie des Transports von Rohproducten und Fabrikaten für Gewerbe und den häuslichen Bedarf.

Für diese Verhältnisse, deren Entwicklung der Zukunft vorbehalten ist, bei dem Entwurfe der Anlage richtige Zahlen aufzufinden, bleibt immer eine schwierige Arbeit, und es lassen sich dieselben nach der Natur der Sache bei allen möglichen Nachforschungen doch niemals bis zur vollen Gewißheit feststellen.

So schwierig aber auch die Feststellung des muthmaßlichen Verkehrs bei einem Eisenbahnbauproject ist, so muß doch eine annähernd gründliche Veranschlagung desselben jeder weitern Betrachtung, namentlich des technischen Theils der Bahn, vorausgehen, denn die Größe des Verkehrs, so wie die Verkehrsrichtung geben den Maßstab für die aufzusuchenden Alignements- und Steigungsverhältnisse der Bahnlinie und zugleich die Bestimmung, welche Kosten auf die Anlage verwendet werden dürfen, wenn die Unternehmung angemessene Zinsen tragen soll.

Die Kosten der Anlage müssen um so genauer ermittelt werden, als sie auf die Größe des Ertrags einen bedeutenden Einfluß haben. Eine klare Einsicht in alle Verhältnisse des Unternehmens, insbesondere die richtige Feststellung des Bedürfnisses für den Bau und den Betrieb der Bahn, sorgfältig und gewissenhaft ausgearbeitete Plane und Nivellements, petro- und hydrographische Untersuchungen sind nothwendige Bedingungen zur Aufstellung eines richtigen Kostenanschlags.

Mehr noch wie die Kosten der Anlage wirken die Kosten des Betriebs auf den Ertrag einer Bahn ein, denn diese kehren in längern oder kürzern Zeiträumen wieder, und es ist deßhalb sehr wichtig, denselben überall die umsichtigste und zuverläßigste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Eine vorläufige Ermittlung der Betriebskosten erfordert genaue Kenntniß des nöthigen Betriebsmaterials, der Locomotiven, Wagen 2c., so wie des Betriebsdienstes, und macht deßhalb immer ein eigenes Studium nöthig. Zuverläßige statistische Angaben über bereits längere Zeit im Betriebe befindliche Eisenbahnen, bei welchen ähnliche Verkehrsverhältnisse Statt finden, geben wohl die besten Anhaltspunkte zur Ermittlung der Betriebskosten. *)

Nur in dem Falle, wenn alle Vorarbeiten einer Eisenbahnunternehmung mit der größten Umsicht und Gewissenhaftigkeit ausgeführt werden, wenn sowohl der Entwurf für die Ausführung der Anlage vollständig ausgearbeitet, als auch das Bedürfniß der Betriebsmaterialien und der Geschäftsbetrieb überhaupt mit Sachkenntniß festgestellt ist, wird es möglich, den Zweck der Eisenbahnunternehmung in jeder Beziehung vollkommen zu erreichen und also auch einen günstigen Ertrag zu erzielen.

Die Sicherheit für das Gelingen des Bauunternehmens liegt daher einestheils hauptsächlich in der practischen und theoretischen Ausbildung der ausführenden Ingenieure, ihren gründlichen und gewissenhaften Ausarbeitungen der Entwürfe und sorgfältigen Lokalprüfungen, anderntheils auch in der Wahl, Fabrikation und Zurichtung der Baumaterialien

*) Man sehe: Deutsche Eisenbahnstatistik für das Jahr 1852 und 53. Stettin 1854.
Ferner: A. Belpaire's theoret. pract Handbuch über die Leistungen und Fahrbetriebskosten der Eisenbahnen. Wien 1849.

und endlich in der allgemeinen Sachkenntniß und praktischen Gewandtheit der Bauaufseher und der Bauarbeiter selbst.

§. 33.

Von der Anlage einer Eisenbahn im Allgemeinen.

Da der Werth einer Eisenbahn hauptsächlich von ihrer ersten Herstellung abhängt, so muß auf diese natürlich die größte Sorgfalt verwendet werden, und es ist dieser Theil der Unternehmung der wichtigste für den Ingenieur, da er Gewandtheit, Talent, Ueberblick, Erfahrung und volle Sachkenntniß aller Arbeitszweige auf das Ausgedehnteste in Anspruch nimmt. Bei der Feststellung einer Eisenbahnlinie ergeben sich folgende Punkte, deren Beachtung vor Allem nöthig ist:

1) Der Zweck der Bahn;
2) die Richtung derselben;
3) die Steigungsverhältnisse der Bahn.

Alle diese Punkte stehen zu einander in der innigsten Verbindung und können deßhalb nicht von einander geschieden werden.

§. 34.

Der Zweck einer Eisenbahn kann eben so verschieden sein, als der der gewöhnlichen Landstraßen und Nebenwege, denn im Kleinen dienen die Eisenbahnen häufig nur zum Transport von Steinkohlen, Erzen u. dgl. von ihrem Gewinnungsorte nach einem nahe gelegenen Ladeort an dem Ufer eines schiffbaren Flusses oder eines Kanals, oder zur Verbindung eines Baumateriallagerplatzes mit der eigentlichen Baustelle oder endlich auch nur zur Erleichterung der Fortbewegung von Hebmaschinen auf Baugerüsten ꝛc.; im Großen dienen sie als Communicationen für den allgemeinen Verkehr und ersetzen die Haupthandelsstraßen eines Landes.

Wenn sonach angenommen werden muß, daß der Hauptzweck der Eisenbahnen darin besteht: eine mehr ökonomische und gegen die sonstigen Transportmittel bedeutend schnellere Fortschaffung von Gütern und Personen zu erzielen, so begründet eben dieser Zweck den wesentlichen Unterschied zwischen den Eisenbahnen und gewöhnlichen Landstraßen und es folgt namentlich aus dem Bedürfniß der Schnelligkeit die Nothwendigkeit einer künstlichen Krafterzeugung, insbesondere die Anwendung der Dampfkraft beziehungsweise der Dampfwagen oder Locomotiven.

Nicht in allen Fällen wird jedoch die Dampfkraft unbedingt die vortheilhafteste sein, es bedingt vielmehr der jedesmalige Zweck der Bahn in Verbindung mit dem zu verwendenden Anlagekapital, die zur Fortschaffung der Lasten anzuwendende Triebkraft.

Die bisher in Aufnahme gekommenen Triebkräfte sind:

a) Die animalische Kraft;
b) Schwerkraft der Ladung;
c) Dampfkraft;

α) bewegliche Dampfkraft Locomotive;

β) stehende Dampfmaschine;

d) Wasserkraft;

e) Atmosphäre.

Um beurtheilen zu können, welche Triebkraft für einen bestimmten Fall den obwaltenden Verhältnissen am besten entspricht und zu dem günstigsten Resultat führt, hat sich der Ingenieur genau mit den Leistungen obengenannter Kräfte und Maschinen vertraut zu machen.

Ist der zu erreichende Zweck einer anzulegenden Eisenbahn bekannt, der muthmaßliche Verkehr auf derselben ermittelt und durch die Art des Verkehrs festgestellt, ob der Betrieb durch Dampfkraft, Pferde oder die Schwerkraft der Ladung geschehen soll, da die Wasserkraft und Atmosphärendruck nur noch äußerst selten Anwendung finden dürften, so reducirt sich die Wirksamkeit der Bahn auf das Längenprofil oder die Steigungsverhältnisse des herzustellenden Planums, auf ihr Alignement, oder die Länge und Anzahl der geraden und gekrümmten Linien, welche den Lauf der Bahn bilden, und endlich auf die Größe der Krümmungshalbmesser.

§. 35.

Bezüglich der Richtung einer anzulegenden Bahn sind folgende Punkte zu bemerken:

a) Eine Hauptbahnlinie soll ohne Rücksicht auf individuelle persönliche Interessen, die entfernteren Landestheile und Nachbarstaaten miteinander in möglichst kurzer Richtung verbinden und die gegebenen Hauptpunkte des Landes berühren. Man hat zwar bei den ersten Bahnen Englands auf die Berührung von Zwischenpunkten sehr wenig Gewicht gelegt und zur Erlangung gerader Strecken außerordentliche Kosten für Auffüllungen und Abgrabungen aufgewendet, allein die Erfahrung lehrte, daß dadurch der Zweck derselben nur unvollkommen erreicht wurde, und daß es vielmehr vorzuziehen sei, wenn alle Hauptorte des Landes von der Bahn berührt werden. Zwischen den letztern bestimmt sich alsdann die Zugsrichtung einestheils hauptsächlich durch die Größe des Verkehrs der Hauptendpunkte und derjenigen der Zwischenstädte, Dörfer, Fabriken &c., anderntheils durch die Terrainverhältnisse.

Bei dem Entwurfe einer Bahnlinie ist vor Allem darauf Rücksicht zu nehmen, daß durch die Wahl der Richtungslinie der zu erbauenden Bahn die größtmögliche Belebung zugeführt wird. Es wird sich daher diese Zugslinie an die wichtigeren Orte eines Landes, die nicht allzu entfernt von der allgemeinen Hauptrichtung der Bahnlinie abliegen, anschließen, beziehungsweise nähern, oder mit andern Worten der Richtung der Bevölkerung folgen müssen. Nur außerordentliche Umstände, wie allzu ungünstige Steigungs- und Krümmungsverhältnisse werden es rechtfertigen, wenn man von dieser Richtung abgeht; in diesem Falle wird es dann meistens zweckmäßiger sein, die zu weit seitwärts der Hauptlinie liegenden wichtigen Orte oder die Ausmündungen belebter Thäler durch Zweigbahnen mit der Hauptbahn zu verbinden.

b) Die Eisenbahnen können auch dazu dienen, in ganz unbewohnten und uncultivirten Ländern, wie z. B. in einzelnen Theilen von Amerika oder Australien, das erste Beförderungsmittel zu deren Bevölkerung und Bebauung abzugeben; dann muß die Bevölkerung der Eisenbahntraçe folgen. Man wird nämlich den Hauptbahnzug so zu dirigiren suchen, daß durch denselben diejenigen Theile des Landes mit einander in Verbindung gesetzt werden, deren Producte oder sonstigen Beschaffenheiten auf die vortheilhaftesten Erfolge schließen lassen. Hierbei dürfte es zuweilen zweckmäßig erscheinen, die Traçe selbst über einen Boden von niederer Ertragsfähigkeit zu führen, sobald nur an den Endpunkten oder einigen dazwischenliegenden Orten eine hinreichende Personenfrequenz, oder ein so bedeutender Waaren- oder Productenverkehr zu erwarten ist, daß dadurch die Verzinsung der Anlage und Deckung des Betriebskapitals gesichert erscheint.

c) Eine Eisenbahn kann endlich dazu dienen, daß auf ihr Personen und Güter mit einer und derselben zu verwendeten Kraft, und möglichst großer und gleichmäßiger Geschwindigkeit nur von einem Endpunkt der Bahn zum andern transportirt werden. Da nun zwischen zwei gegebenen Punkten die gerade Linie die kürzeste ist, so dürfte diese in dem Falle für die Eisenbahntraçe selbst unter einigermaßen ungünstigen Verhältnissen entschiedene Vorzüge haben, müßte aber durchaus verworfen werden, sobald ungünstige Steigungsverhältnisse eintreten oder sobald sie nur durch ein unverhältnißmäßig großes Anlagekapital erlangt werden könnte.

Es folgt daher aus dem Vorhergehenden, daß die Unternehmung einer Eisenbahn damit beginnen muß, den Verkehr, sowie die Richtung desselben möglichst genau auszumitteln, sodann das Terrain, welches dieselbe durchschneidet, durch zuverläßige Techniker recognosciren, und mittelst eines Nivellements aufnehmen zu lassen. *Die Richtung des Verkehrs gibt alsdann die Richtung der Eisenbahn*, vorausgesetzt, daß nirgends zu starke Steigungen oder zu scharfe Krümmungen vorkommen. Bei den amerikanischen Bahnen pflegte man stets so zu verfahren, und es unterscheiden sich daher diese von den englischen Bahnen hauptsächlich dadurch, daß sie mehr Orte berühren, und deßhalb auch mehr scharfe Krümmungen und stärkere Steigungen haben.

Im Allgemeinen kommt es hinsichtlich des Kostenaufwands auf die Größe der Krümmungen und Steigungen der Bahn sehr viel an, und es müssen daher schon vor der genauern Bestimmung der Richtung die noch zuläßigen Krümmungshalbmesser, sowie die größten Steigungen festgestellt werden.

Erst wenn die ganze Bahnlinie genau abgesteckt, und das durchschnittene Terrain durch Längen- und Querprofile aufgenommen ist, lassen sich definitive Kostenanschläge und Betriebsberechnungen aufstellen.

§. 36.

Was die *Steigungsverhältnisse* einer Eisenbahn betrifft, so wird nicht bestritten werden können, daß ein vollkommen geradliniges und horizontales Längenprofil das beste für einen Betrieb ist, dessen Verkehrsquantum in beiden Richtungen gleiche Größe hat. Hieraus folgt, daß ein Bahnlängenprofil durchgängig

nach der Richtung geneigt sein sollte, nach welcher der Hauptverkehr sich hinzieht. In der Natur des meisten Verkehrs, sowie in der Bildung aller Landstriche liegt es aber, daß weder das eine noch das andere Verhältniß stattfindet, und es werden daher die Bahnen von einiger Ausdehnung in der Regel im Längenprofil aus einer Folge und Abwechselung horizontaler, steigender und fallender Ebenen zusammengesetzt sein. Diese nun am wirksamsten zusammenzustellen und zu vertheilen, und die Vertheilung in einem richtigen Verhältniß zu einem gegebenen Kostenaufwand der Anlage der Bahnlinie zu bewerkstelligen, ist einer der wichtigsten Gegenstände, welche dem Ingenieur bei dem Entwurfe einer Bahnlinie vorkommen.

Um hierbei ein mathematisches Anhalten zu haben, welches allerdings in der Wirklichkeit nur höchst selten ausführbar sein dürfte, und durch vielerlei Berührungspunkte moderirt wird, läßt sich folgende Berechnung anwenden:

Es sei das Gewicht eines abwärtsgehenden Verkehrs sammt Transportmittel = ... W
Das Gewicht eines aufwärts gehenden Verkehrs sammt Transportmittel = nW
Der Halbmesser der Wagenräder = ... R
Der Halbmesser der Radachsen = ... r
Der Reibungscoefficient für die Achsenreibung = ... f
Die Neigung der Bahn mit dem Horizont = ... i
Die bewegende Kraft, welche parallel mit den Schienen wirkt = . . P
Der Gesammtwiderstand der Achsenreibung = ... F

so hat man für den aufwärts gehenden Verkehr:

$$F = \frac{nW \cdot fr}{R} \text{ daher}$$

$$P = nW \left\{\sin i + \frac{fr}{R}\right\}$$

für den abwärts gehenden Verkehr wird

$$P = W \left\{\sin i - \frac{fr}{R}\right\}.$$

Soll nun der Verkehr nach beiden Richtungen gleich sein, so muß

$$nW \left\{\sin i + \frac{fr}{R}\right\} = W \left\{\sin i - \frac{fr}{R}\right\}$$

woraus folgt:

$$\sin i = \frac{fr}{R} \left\{\frac{1-n}{1+n}\right\}.$$

Wenn der Verkehr auf- und abwärts gleich groß ist, so hat man $n = 1$, und $\sin i = 0$, also ein horizontales Längenprofil.

Wenn aufwärts gar kein Verkehr stattfinden würde, so wäre $n = 0$ und $\sin i = \frac{fr}{R}$.

Die Terrainverhältnisse und Anlagekosten werden jedoch der practischen Ausführung dieses Ergebnisses der Rechnung fast immer in den Weg treten, und es wird sich in den meisten Fällen nur darum handeln, das beste Niveau aufzu-

finden, welches die Gegend darbietet, weßhalb denn jenes Resultat nur als Anhaltspunkt dienen kann, und daher nicht gänzlich außer Acht gelassen werden sollte. Bei dem Vertheilen und Formiren der Gefälle für die Bahnlinie hat der Ingenieur ganz besonders auch die Größe der Schwerkraft, welche bekanntlich bei den abwärtsfahrenden Trains als Kraftzuschuß, und bei aufwärtsfahrenden als Widerstand mächtig einwirkt, in Betrachtung und Rechnung zu ziehen. Bei einem Gefälle von 1:250 bis 1:300 wird schon auf der Eisenbahn ein Wagen, durch einen Stoß in Bewegung gesetzt, durch seine Schwerkraft von selbst abwärts rollen, und es können daher bedeutende Ersparungen an Betriebsmaterialien gemacht werden, wenn es bei dem gegebenen Terrain möglich ist, nach der Richtung des stärkeren Verkehrs auch stärkere gleichförmige Gefälle zu geben.

In wie weit die Schwerkraft in Betracht gezogen zu werden verdient, kann aus nachstehender Tabelle entnommen werden:

Steigung der Bahn.	Widerstand der Schwerkraft in Pfunden auf 1 Tonne fortzuschaffende Last.
$\frac{1}{1000}$	2,2
$\frac{1}{900}$	2,48
$\frac{1}{800}$	2,80
$\frac{1}{700}$	3,20
$\frac{1}{600}$	3,70
$\frac{1}{500}$	4,48
$\frac{1}{400}$	5,60
$\frac{1}{300}$	7,46
$\frac{1}{200}$	11,20
$\frac{1}{100}$	22,40
$\frac{1}{90}$	24,80
$\frac{1}{80}$	28,00
$\frac{1}{70}$	32,00
$\frac{1}{60}$	37,30

Es geht hieraus schon hervor, daß stärkere Steigungen im Allgemeinen ungünstig auf den Betrieb einwirken müssen, da die Widerstände mit der Steigung rasch zunehmen. Die Nachtheile der Steigungen für Bahnen mit Locomotivbetrieb lassen sich in 4 Rubriken bringen:

a) Verringerung der Fahrgeschwindigkeit;
b) Steigerung des Brennmaterialverbrauchs auf gleichen Wegstrecken;
c) Nothwendigkeit kleinerer Züge oder mehrerer Locomotiven für kürzere oder längere Wegstrecken;
d) Nothwendigkeit von sehr schweren Locomotiven.

Nicht immer sind jedoch diese Nachtheile der Art, daß man stärkere Steigungen deßhalb ganz zu vermeiden hätte; im Gegentheil es können durch deren Zulassung insbesondere in gebirgigen Gegenden nicht selten große Kosten erspart werden, und man wird daher allen Aufwand zur Verminderung der Steigungen als ökonomisch verwerflich ansehen müssen, wenn er sich nicht durch Steigerung der Reineinnahmen vollständig bezahlt. Es wird daher die Hauptaufgabe des projectirenden Ingenieurs sein: Das Längenprofil der Bahn, die Fahrgeschwindigkeit auf ihren einzelnen Strecken, das Constructionssystem, Gewicht und die Totalheizfläche der Maschinen so miteinander in Einklang zu bringen, daß das zur Erzielung schwächerer Steigungen aufgewendete Anlagekapital mehr dem, den jährlichen Aufwand an Brennmaterial repräsentirenden Geldkapital, die möglichst kleinste Summe ausmacht.

Um dieß für 2 verschiedene Bahnprojecte zu finden, muß der Dampf-, beziehungsweise Brennmaterialverbrauch für jedes Gefälle und jede Steigung bestimmt, und die sämmtlichen einzelnen Dampfverbrauche der einzelnen Linien addirt werden.

Der Dampfverbrauch kann nach den Formeln im Anhange §. 1 berechnet werden.

Nach dem Gesagten wird die Auffindung einer zweckmäßigen Eisenbahntraçe zur Verbindung zweier oder mehrerer in einer großen Hauptthalebene liegenden Punkte keine große Schwierigkeiten haben, indem hier die Richtung der Traçe der Bevölkerung zu folgen hat, und hinsichtlich der Steigungsverhältnisse selten Zweifel entstehen werden. Diese Schwierigkeiten vermehren sich jedoch dann, wenn es sich um Aufsuchung einer Linie in gebirgiger Gegend, oder um Ueberschreitung einer Wasserscheide handelt. Es ist in diesem Falle eine genaue Untersuchung der Localität erforderlich, theils wegen der Bedeutung des zu unterstützenden Verkehrs, theils und besonders deßwegen, weil jede Abweichung von dem Hauptthal einer Gegend den Ingenieur sogleich zu Steigungen nöthigt, welche die höchste Kraft einer Locomotive erschöpfen, und gewöhnlich die Anlegung von langen und kostbaren Tunnels zur unausbleiblichen Folge haben. In solchen Fällen bieten sich dem Ingenieur zur Herstellung eines Eisenbahnprojects folgende 2 Methoden:

1) Man benutze den gewöhnlich ebenen und günstigen Thalboden bis zu dem Punkt, wo die Grenze derjenigen Steigung überschritten wird, welche noch von der Locomotive ohne Gefahr und ohne zu große Kosten überwunden werden

kann. Hier angelangt, stehen folgende Wege offen: entweder lege man schiefe Ebenen mit stehenden Maschinen an, oder man öffne einen Tunnel, oder man überwinde die Steigung durch eine Combination der schiefen Ebene mit dem Tunnel von mäßiger Länge.

2) Man vertheile die ganze zu ersteigende Höhe auf ein möglichst gleichförmiges, den Locomotiven überall noch zugängliches Gefälle. Mit Hülfe eines Tunnels wird dann gewöhnlich noch die Verbindung, der auf diese Weise in den gegenüberstehenden Thälern erreichten höchsten Punkte, hergestellt werden müssen.

Sobald die mittlere Steigung des Thals die Annahme dieses Systems erlaubt, und die Länge des etwa erforderlichen Tunnels nicht zu beträchtlich wird, erweist sich die letztere Methode unstreitig als die beste. Doch erleidet diese Ansicht auch einige Beschränkungen, indem ihre Ausführbarkeit von der Form der Thalwände abhängt, weil, wenn diese zu steil, oder oft durch Querthäler unterbrochen sind, was nicht selten vorkommt, sich dadurch unverhältnißmäßig große Kosten ergeben würden.

Es leuchtet ein, daß die Anwendung dieses Systems bei den erwähnten Umständen vorzüglich von dem Maximum der Steigung abhängt, welche die Locomotive zu überwinden hat. Dieß führt zunächst auf eine Frage, über deren Lösung sich die Ingenieure noch nicht ganz verständigen konnten, nämlich welches ist wohl das größte noch zuläßige Gewicht einer Locomotive?

Bei der Einführung der Locomotive für den Personentransport wurde ihr Gewicht auf 5 bis 6 Tonnen beschränkt; in dieser Grenze war ihre Kraft natürlich sehr gehemmt, das Gewicht, welches sie fortschleppen konnte, nur gering; die geringsten Steigungen verursachten große Schwierigkeiten oder konnten nur mit geringer Geschwindigkeit und geringen Lasten befahren werden.

Die Vervollkommnung der Locomotive, von dem Zeitpunkt an, wo Stephenson seine Rakete für die Liverpool-Manchester Bahn lieferte, war sehr bedeutend, das Gewicht wurde allmälig bis zu 15, 20 ja in neuester Zeit bis zu 35 Tonnen erhöht, und dürfte wohl jetzt sein Maximum erreicht haben, da ein allzu großes Gewicht die Solidität und Dauerhaftigkeit des Schienenwegs merkbar beeinträchtigt. In der ersten Zeit, als die Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 12 engl. Meilen in der Stunde lief, wurde bei der Gewichtsbestimmung der Locomotive der Widerstand des Wagenzugs mit Recht als nur aus 3 Elementen zusammengesetzt betrachtet, nämlich: den Reibungen der Radachsen und der Radumfänge, und dem Widerstand der Schwere auf den Steigungen. Als aber die große Schnelligkeit eine nothwendige Bedingung der Eisenbahnen wurde, zeigte sich noch ein weiterer sehr erheblicher Widerstand, nämlich der der Luft, der nach Versuchen sich im Verhältniß mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunehmend zeigte.

Bedeutet nämlich:

P den Druck der Zapfen auf die Büchsen;

$f = 0{,}05$ den Coefficient der Reibung der Achsen in ihren Büchsen, wenn gut und andauernd geschmiert wird.

d Durchmesser der Zapfen der Achsen;

D Durchmesser der Räder,

so ist der Widerstand direct, den die Reibung der Achsen der Zugkraft entgegensetzt:

$$R_1 = P \cdot f \frac{d}{D}.$$

Bedeutet ferner:

p das Gewicht der Räder und Achsen;

P + p Gesammtgewicht der Wagen;

$f' = 0{,}00125$ bis 0,001 Coefficient der Reibung beim Rollen der Räder auf den Bahnschienen,

so wird der Widerstand durch die Reibung an dem Umfange der Räder ausgedrückt durch:

$$R_2 = (P + p) f'.$$

Aus den Beobachtungen, welche Thibault zu Brest angestellt hat, ergibt sich der Widerstand der Luft gegen die Grundfläche eines rechtwinkligen Prisma's von quadratischem Querschnitte, dessen Seitenkanten in der Richtung der Bewegung liegen

$$R_3 = \mathfrak{D} E A . V^2 \ldots (a).$$

R_3 Widerstand, welchen die Luft der Bewegung des Prisma's entgegensetzt, in Kilogramm;

$\mathfrak{D}$ konstanter Coefficient = 0,0625;

E Coefficient, welcher von dem Verhältniß der Länge des Prisma's zu der Seite seiner Grundfläche abhängt, und zwischen 1,10 und 1,43 wechseln kann;

A Grundfläche des Prisma's in Quadratmeter;

V Geschwindigkeit des Prisma's in Met. für die Secunde.

Pambour nimmt für einen Wagenzug, als directe Oberfläche, welche der Luft preisgegeben wird, erstens 70 □′ (6,503 □Mtr.) für den ersten, und sodann so oft mal 10□′ (0,929 □Mtr.) als Wagen dem ersten folgen; bei der Zahl der Wagen schließt man die Locomotive und ihre Tender mit ein. Für einen Zug Diligencen würde es hinreichen in der vorstehenden Schätzung 60 statt 70 □′ zu setzen. Wenn die auf diese Art bestimmte Oberfläche in der Formel (a) substituirt wird, findet man den Widerstand der Luft dadurch, daß man E für einen Wagen gleich 1,15, für 5 Wagen 1,07, für 15 Wagen 1,05, und für 25 gleich 1,04 setzt. Für einen Zug von 15 Wagen hätte man demnach für $V = 11{,}11$ Mtr., $R_3 = 0{,}0625 . 1{,}05\,(6{,}503 + 0{,}929 . 14)\,11{,}11^2 = 159$ Kilgr.

Der Gesammtwiderstand gegen den Zug auf horizontaler geradlinigter Bahn ist demnach

$$\mathfrak{R} = R_1 + R_2 + R_3 = Pf \frac{d}{D} + (P + p) f' + \mathfrak{D} E . A V^2 \cdot$$

und der Gesammtwiderstand auf geneigter Bahn, wenn α den Neigungswinkel mit dem Horizont bedeutet:

$$\mathfrak{R} = P \operatorname{Cos} \alpha f \frac{d}{D} + (P + p) \operatorname{Cos} \alpha f' + \mathfrak{D} E A V^2 \pm (P + p) \sin \alpha$$

je nachdem die Bahn steigt oder fällt.

Für die gewöhnlichen Fälle kann man bei Eisenbahnen $\operatorname{Cos} \alpha = 1$ setzen, alsdann wird der Ausdruck des Widerstandes gegen den Zug auf einer abhängigen Bahn:

$$P f \frac{d}{D} + (P + p) f' + \mathfrak{D} E A V^2 \pm (P + p) \sin \alpha$$

Eine Neigung der Bahn von $\frac{1}{200}$ reicht dazu hin, daß der Zug allein hinabfährt, und wenn sie $\frac{1}{50}$ erreicht, so kann ein hinabfahrender beladener Zug einen gleichen leeren wieder hinaufschaffen.

Für einen Wagenzug von 15 Wagen à 5000 Kilgr. einschließlich der Achsen und Räder und 4000 Kilgr. ohne die letztern, sodann für $\frac{d}{D} = \frac{1}{15}$ und $\sin \alpha = \frac{1}{200}$ ist der Gesammtwiderstand gegen den Zug beim Aufwärtsfahren

$\mathfrak{R} = 15 . 4000 . 0{\cdot}05 . \frac{1}{15} + 15 . 5000 . 0{\cdot}001 + 159 + 15 . 5000 . \frac{1}{200}$ oder

$$\mathfrak{R} = 200 + 75 + 159 + 375 = 809 \text{ Kilgr.}$$

Man sieht hieraus, daß der Widerstand durch die Wirkung der Schwere am bedeutendsten ist, und der Reibungswiderstand an den Achsen nicht viel mehr beträgt als der Luftwiderstand.

Außer den gedachten Widerständen erzeugt eine Krümmung der Bahn 3 Reibungen bei dem Dahinrollen.

Die erste dieser Reibungen hat ihren Grund in dem Festsitzen der Räder an der Achse; eines der Räder gleitet auf den Schienen in einer Distanz, welche dem Unterschied der Länge der beiden Kurven gleich ist, aus denen der Weg besteht. Die durch diese Reibung verzehrte Arbeit ist für die Gewichtseinheit und die Differenz der Länge der Kurven durch ihren Werth in der Funktion von a, r und e ausgedrückt,

$$f'' . \frac{b}{R} . e$$

b Spurweite gewöhnlich = 0,75 Mtr.
R Radius des Bogens, den der Schwerpunkt des Wagens beschreibt;
e Länge des von dem Schwerpunkt des Wagens durchlaufenen Bogens;
f'' Coefficient der Reibung von Eisen auf Eisen; nach Morin gleich 0,18 bis 0,192.

Die vorstehende Formel durch den durchlaufenen Raum dividirt, erhält man den Widerstand dieser Reibung, welcher wird

$$f'' . \frac{b}{R}$$

für einen Wagen wird dieser Widerstand, wenn man bemerkt, daß die Hälfte des Gesammtgewichts P + p des Wagens auf den rollenden Rädern ruht

$$(P + p) f'' \frac{b}{2R}.$$

Die 2. Reibung rührt daher, daß der Parallelismus der Achsen den Wagen zwingt, auf den Schienen dahin zu rollen, während er sich um seinen Schwerpunkt dreht, um die Richtung zu ändern. Diese und die vorhergehende Reibung

verzehren mit einander für die ganze Durchmessung des Bogens, und für jede Gewichtseinheit des Wagens eine Arbeit, welche dargestellt wird durch:

$$f''.\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}.\frac{e}{R}.$$

Für einen Wagen ist diese Arbeit

$$(P+p)\,f''\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}.\frac{e}{R}.$$

Wenn man mit e dividirt, erhält man den Widerstand, der sich der Bewegung des Wagens direct entgegensetzt; er ist:

$$(P+p)\,f''\sqrt{a^2+\frac{b^2}{4}}.\frac{1}{R}$$

a halbe Distanz der Achsen, gew. = 1·125 Mtr.

Die 3. Reibung hat ihren Grund in der Centrifugalkraft, in Folge deren sich die Radkränze an den Bahnschienen reiben. Theoretisch ist die Centrifugalkraft geringer, als der durch die Reibung der Wagen auf den Bahnschienen erzeugte Widerstand, und zwar ist dieß selbst für die gewöhnlichen Geschwindigkeiten, und bei einem Radius von 500 Mtr. der Fall; also sollte sich der Radkranz nicht an den Bahnschienen reiben. Dieß wäre auch wirklich der Fall, wenn die Wagen nicht während des Laufes hüpfen würden; da aber diese Wirkung immer hervorgebracht wird, so entspringt daraus eine Reibung, welche für einen Wagen ausgedrückt wird durch

$$\frac{P+p}{g}.\frac{V^2}{R}.f'''.\frac{b^2}{4s^2+b^2}.$$

V Geschwindigkeit des Schwerpunkts des Wagens in Mtr. pr. Secunde;
D Durchmesser des Rades innerhalb des Radkranzes;
s Verticale Entfernung des Schwerpunktes von der Bahnebene;
f''' Coefficient der Reibung des Radkranzes an der Bahnschiene, gew. = 0·18.

Der Gesammtwiderstand, der sich der Bewegung eines Wagens auf einer Kurve und in einer Steigung entgegensetzt, ist daher:

$$\mathfrak{R}=Pf\frac{d}{D}+(P+p)\,f'+\mathfrak{D}EAV^2+(P+p)\,f''\sqrt{\left(a^2+\frac{b^2}{4}.\right)}\frac{1}{R}$$
$$+\frac{(P+p)}{g}.\frac{V^2}{R}f'''.\frac{b^2}{4s^2+b^2}\pm(P+p)\sin a.$$

Mit Beibehaltung der frühern Werthe von P, p, f und f' ꝛc. erhält man für R = 500 Mtr., s = b = 1·5 Mtr. g = 9·808 Mtr. den Gesammtwiderstand

$$\mathfrak{R}=809+101{,}5=910{,}5\ \text{Kilogramm.}$$

Hat man in dieser Weise den Gesammtwiderstand des größten zu transportirenden Wagenzugs berechnet, so lassen sich daraus für die anzuspannende Locomotive das Gewicht und die Dimensionen derselben leicht ermitteln. Nimmt man z. B. den Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn zu $^1/_6$ an, so hat man das Gewicht der Locomotive, welches auf den Triebrädern ruhen muß, mindestens $q_1 = 6.910{,}5 = 5463$ Kilgr. oder nahe 5,5 Tonnen. Bei Personenlocomotiven ruht das gleiche Gewicht auf den 4 Tragrädern, daher hat man

das Gesammtgewicht der Locomotive, welche die Last von 75 Tonnen bei einer Steigung von $\frac{1}{200}$ noch fortziehen kann, gleich 11 Tonnen. Die Hauptdimensionen der zu erbauenden Locomotive ergeben sich mit Hülfe der Formeln des §. 1 im Anhange.

§. 37.

Die nächste Frage, welche sich nun hier aufwerfen muß, ist wohl die: bis zu welcher Grenze soll der Gebrauch der Locomotive gehen, und wo soll die Benützung der stehenden Maschine beginnen?

Es dürfte nicht allein schwierig, sondern sogar unmöglich sein, durch reine theoretische Berechnungen zu bestimmen, wie weit es rathsam erscheint, den Gebrauch der Locomotive auszudehnen, oder mit andern Worten, welches die höchste Steigung ist, wo sie noch mit Vortheil angewendet werden kann.

Die verschiedenen hier in Frage kommenden Elemente sind wieder von so vielen lokalen Bedingungen abhängig, daß es rein unthunlich ist, für die Lösung dieses Problems ein genaues und allgemein geltendes Gesetz zu finden.

Hier bleibt es hauptsächlich die Erfahrung, an welche sich der Ingenieur zu halten hat, und diese lehrt: *daß eine Bahnstrecke noch mit Locomotiven befahren werden kann, wenn die Steigung kleiner als 1:30 ist, und daß sich alsdann der Betrieb mit Locomotive ökonomisch vortheilhafter herausstellt, als der Seilbetrieb mit feststehenden Maschinen.*

Die Berechnung der Leistungen verschiedener Locomotiven nach den im Anhang §. 1 gegebenen Formeln und bei den in nachstehender Tabelle angegebenen Dimensionen, gibt folgende Resultate:

	Locomotive (ohne Expansion) für Personen mit 2 Trieb- und 4 Tragrädern.	Güter mit 4 gekuppelten Triebrädern.	Güter mit 6 gekuppelten Triebrädern.
Durchm. der Dampfcylinder in Centim.	33	38	43
Kolbenschub in Centim.	51·5	59·3	67·1
Durchmesser der Triebräder in Centim.	180·3	150·6	134·2
Totale Heizfläche der Kessel in Quadratmtr.	70	81	92
Maximum der Dampfmenge in Kilgr., welche die Kessel per 1 Stunde entwickeln können	3130	3640	4140
Cooksverbrauch in Kilgr. und per 1 Stunde, welcher dem Maximum der Dampfbildung entspricht	780	910	1030
Maximum des Nutzeffekts in Pferdekräften	156	172	212
Gewicht der Maschine in Tonnen . .	14	18	23
Last in Tonnen, welche auf den Triebrädern ruht	7	10·8	20·7

	Locomotive (ohne Expansion) für Personen mit 2 Trieb- und 4 Tragrädern.	Güter mit 4 gekuppelten Triebrädern.	Güter mit 6 gekuppelten Triebrädern.
Größte Last in Tonnen, welche die Maschine auf horizontaler Bahn fortziehen kann	252	396	782
Spannung des Dampfes im Cylinder in Kilgr. per 1 □Centim., wenn die Lasten Q fortgezogen werden	5·78	5·09	5·77
Geschwindigkeit der Kolben in Meter und per Sekunde	1·693	1·636	1·300
Geschwindigkeit der Fahrt in Meter und per Sekunde	9·31	6·54	4·08

Größte Lasten, welche die Maschinen bei verschiedenen Steigungen fortziehen können, vorausgesetzt, daß die Schienen vollkommen trocken sind, in welchem Falle die Reibung auf der Bahn $\frac{1}{5}$ beträgt:

		Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.
Steigung	$\frac{1}{20}$	10·1	19·6	50·0
"	$\frac{1}{30}$	21·0	36·0	82·8
"	$\frac{1}{40}$	30·4	51·0	111·0
"	$\frac{1}{60}$	46·0	79·0	158·0
"	$\frac{1}{80}$	62·0	100·0	207·0
"	$\frac{1}{100}$	75·0	120·0	244·0
"	$\frac{1}{200}$	119·0	171·0	379·0
"	$\frac{1}{500}$	171·0	277·0	552·0
"	$\frac{1}{1000}$	219·0	333·0	759·0
"	$\frac{1}{\infty}$	252·0	396·0	782·0

Hieraus dürfte wohl klar hervorgehen, daß der Locomotivbetrieb bei einer Steigung von $\frac{1}{30}$ oder 3·3 Procent schon nicht mehr vortheilhaft ist, denn nimmt

man das Gewicht eines beladenen Tenders zu 8 Tonnen, eines beladenen Personenwagens zu 6 Tonnen und eines beladenen Güterwagens zu 9 Tonnen, so können an die Personenmaschine nur 2 Wagen, an die Gütermaschine mit 4 gekuppelten Rädern nur 3 und an die mit 6 gekuppelten Rädern nur höchstens 8 Wagen angehängt werden. Hat man nun eine kurze Strecke mit 3,3 Procent Steigung zu befahren, so bleiben nur 2 Wege: entweder eine Vorspannmaschine zu nehmen, welche am Fuße der schiefen Ebene remisirt ist, oder sämmtliche auf der Bahn gehenden Locomotiven so schwer zu machen, daß sie die gewöhnlichen Züge auch auf der schiefen Ebene fortbringen; beides hat aber seine Nachtheile, denn in dem ersten Falle werden die Kosten des Betriebs vermehrt und entstehen weitere Aufenthalte während der Fahrt durch das An- und Abspannen der Vorspannmaschine; in dem andern Falle werden nicht allein die Betriebskosten vergrößert, indem die Maschinen für die schwach geneigten Bahnstrecken verhältnißmäßig zu schwer sind, sondern es muß auch die ganze Bahn solider fundamentirt und mit schwereren Schienen gebildet werden, wie in dem ersten Falle, wodurch die Kosten der ersten Anlage sich bedeutend höher stellen.

Weit ungünstiger werden sich noch die Resultate herausstellen, wenn man annimmt, daß die Schienen feucht sind und der Coefficient für die Reibung der Räder auf der Bahn nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ beträgt.

Durch Vergrößerung des Gewichts der Maschine auf 30 bis 35 Tonnen können wohl bessere Effecte erzielt werden, allein man wird auch zu untersuchen haben, ob die Kosten der Bahn selbst nicht größer ausfallen, als bei Verlegung der Traçe und Annahme einer etwas schwächeren Steigung, oder bei Anwendung mechanischer Vorrichtungen, welche den Zweck haben, das Emporschaffen der Bahnzüge zu vermitteln.

Ungeachtet den Nachtheilen des Locomotivbetriebs auf Bahnstrecken mit $\frac{1}{30}$ Steigung hat es sich doch durch die seitherigen Erfahrungen und durch vergleichende Kostenberechnungen herausgestellt, daß derselbe ökonomisch vortheilhafter ist als der Seilbetrieb, wobei die Wagenzüge mittelst eines Seiles hinaufgezogen werden, welches sich um eine auf dem höchsten Punkt der Rampe befindliche und durch eine stationäre Dampfmaschine in Bewegung gesetzte Trommel oder Rolle windet. Fast allerwärts in Amerika und England hat man nach und nach, wie sich die Construction der Locomotive vervollkommnete, den Seilbetrieb auf schiefen Bahnstrecken oder sog. Seilebenen abgeschafft und ist zum Locomotivbetrieb übergegangen. Nach den von dem Ingenieur Le Chatelier gesammelten Notizen*) über die verschiedenen Betriebsarten auf schiefen Ebenen, namentlich auf der schiefen Ebene bei Aachen auf der rheinischen Eisenbahn, welche eine Länge von 2086 Mtr. und eine Steigung von $\frac{1}{38}$ hat, geht sogar hervor, daß der Locomotivbetrieb um 16,7 Procent billiger zu stehen kommt als der Seilbetrieb mit stehender Dampfmaschine.

*) Chemin de fer d'Allemagne par Le Chatelier. Paris 1845.

Wenn man dazu noch in Erwägung zieht, daß der Seilbetrieb jedenfalls unregelmäßiger und unsicherer ist, als der Betrieb mit Locomotiven, so dürfte man wohl zu dem Resultat gelangen, daß schiefe Ebenen mit stärkeren Steigungen als 1:30 womöglich ganz vermieden werden sollten, indem auf solchen der Locomotivbetrieb nicht mehr mit Vortheil Statt finden kann und man zur Annahme des sehr kostspieligen Seilbetriebs genöthigt ist.

Daß Steigungen zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{45}$ mit Locomotiven befahren werden können, zeigen die folgenden in Betrieb befindlichen Eisenbahnen:

von Birmingham nach Gloucester, worauf eine Steigung von 3387 Mtr. Länge von 1:37
von Glasgow nach Edinburg, worauf eine Steigung von 1:40
von Glocknitz bis Märzzuschlag über den Semmering, worauf eine Steigung bei 3169 Mtr. größter Länge von 1:40
von Neuenmarkt nach Marktschorgast auf der bayerisch-sächsischen Bahn, worauf eine Steigung bei 2489 Mtr. Länge von 1:40
von Geislingen nach Ulm auf der württembergischen Bahn, worauf eine Steigung bei 5058 Mtr. Länge von 1:45

In den Jahren 1833 bis 39 hatte man in England noch die irrige Ansicht, daß für den Locomotivbetrieb eine Steigung von $\frac{1}{200}$ das Maximum sein müsse und es konnten manche Bahnen ohne schiefe Ebenen mit stehenden Maschinen nicht ausgeführt werden. Schon im Jahr 1840 aber, als der Amerikaner Norris mit seinen Maschinen auf der sogenannten Likey-Rampe der Birmingham Gloucester Bahn erschien, welche 1:37 Steigung hat, und die angestellten Probefahrten weit günstigere Resultate ergaben, als man nur erwartete, trat der Eisenbahnbau in ein anderes Stadium; man scheute sich nicht mehr, stärkere Steigungen als 1:200 anzunehmen, und suchte dadurch die schiefen Ebenen mit stationären Maschinen ganz zu umgehen, wodurch für den Bau und Betrieb der Bahnen enorme Vortheile erreicht wurden. Auch bei den Eisenbahnen Deutschlands, wo die Erfahrungen der Amerikaner und Engländer benutzt werden konnten, findet man fast allerwärts auf kurze Bahnstrecken größere Steigungen als 1:200; so ist die größte Steigung der

Kgl. Bergisch-Märkischen Staats-E.	1:80
Braunschweig-Lüneburg St.-E.	1:50
Friedrich-Wilhelms Nordbahn	1:100
Köln-Mindner E.	1:100
Krakau-Oberschlesische E.	1:100
Löbau-Zittauer E.	1:100
Neisse-Brieger E.	1:100
Oberschlesische E.	1:100
Prinz-Wilhelm	1:75
Saarbrücker St.-E.	1:100
Sächsisch-Schlesische E.	1:50

Nach den für die deutschen Bahnen im Jahr 1850 aufgestellten Grundzügen zur Erreichung einheitlicher Bestimmungen hinsichtlich des Baues und Betriebs, soll das Längengefälle, welches die Bahnen nicht überschreiten dürfen, im flachen

Lande	1:200
im Hügellande . . .	1:100
im Gebirge	1:40

betragen. Steilere Steigungen und Seilbetrieb sind nur unmittelbar vor solchen Endstationen und auf untergeordneten Zweigbahnen zu gestatten, von welchen voraussichtlich kein Anschluß an ein weiteres Eisenbahnnetz mit durchgehendem Verkehr zu erwarten ist.

§. 38.

Hat man für eine projectirte Bahntraçe die größte Steigung angenommen, so ist klar, daß das Gewicht der Locomotive dieser Steigung entsprechend für eine gewisse Last, wie schon oben angedeutet, bestimmt werden muß, da mit dem Gewicht auch die Reibung oder Adhäsion zwischen den Triebrädern und der Bahn direct proportional ist. Wenn nun diese Bahntraçe auch noch viele schwächere Steigungen oder horizontale Strecken hat, so wird natürlich für diese Theile der Bahn die Locomotive überflüssig schwer sein. Aus dieser größern Schwere der Maschinen geht aber nothwendig auch das Bedürfniß eines stärkern und kostspieligern Unterbaues für die ganze Länge der Bahn hervor, wodurch das Anlagekapital bedeutend vergrößert wird.

Es ist hieraus der Schluß zu ziehen, daß es nicht vortheilhaft sein kann, eine Bahntraçe abwechselnd aus kurz auf einander folgenden schwach steigenden horizontalen und wieder stark steigenden Linien bestehen zu lassen, sondern es muß jeweils die Anordnung in dem Längenprofil so getroffen werden, daß

1) die Bahn entweder aus mäßigen Steigungen $\left(0 \text{ bis } \frac{1}{300}\right)$ besteht, wobei sie sich dem Terrain möglichst anschließt, und mit demselben fallen und steigen kann, oder es muß

2) die Bahn aus ununterbrochenen stärkeren Steigungen bestehen, welche im Allgemeinen auf dem größten Theil der ganzen Bahnlinie eine bedeutende, jedoch immer noch zuläßige Kraftanstrengung der Maschine erfordern.

   Auf solchen Bahnlinien können die gleichen Lasten mit einer und derselben Locomotive von einem Ende der Bahn bis zum andern fortgeschafft werden, nur wird im zweiten Falle eine Maschine stärkeren Kalibers in Anwendung kommen müssen.

3) Es wird die Bahntraçe auf größere Erstreckungen aus mäßigen und wiederum auf größere Längen aus stärkeren Steigungen zusammengesetzt werden können, in welchem Falle sodann Locomotiven verschiedener Kraftäußerung in Dienst genommen werden müssen, wenn die zu fördernden Lasten auf den verschiedenen Steigungen dieselben bleiben.

4) Kann die Localität eine Bahntraçe bedingen, bei welcher die unter 1, 2 und 3 erwähnten Fälle einzeln oder zusammen vorkommen, und denen sich

noch solche Steigungen anschließen müssen, welche nicht mehr mittelst Locomotive betrieben werden können, nämlich die schiefen Ebenen.

Die Vertheilung der Gefälle bei verschiedenen Bahnen ist aus den Profilen Taf. VIII. ersichtlich.

§. 39.

Alignement der Bahn.

Wenn wir zwischen 2 gegebenen Punkten eine durchaus gerade Bahnlinie für den Verkehr herstellen können, so wird ein solches Alignement in technischer Beziehung jedenfalls das beste sein, nicht nur weil die gerade Linie die kürzeste ist, sondern auch, weil sie den Fahrzeugen den kleinsten mechanischen Widerstand entgegensetzt, denn die natürliche Tendenz der Bewegung jedes schweren Körpers wirkt in der geraden Linie.

Man wird deßhalb immerhin großen Werth auf die Erlangung gerader Linien, oder wenn dieß nicht möglich, auf Erhaltung von Kurven mit möglichst großen Halbmessern, zu legen haben. Wie sich daher das horizontale Niveau zum Längenprofil verhält, so verhält sich die gerade Linie zum Alignement der Bahn.

Große und viele Abweichungen von der geraden Linie wirken auf die Anlagekosten, wie die vermehrte Länge.

So nachtheilig in der Regel Krümmungen, namentlich solche von kleinen Radien sind, so lassen sich dieselben doch nicht vermeiden, besonders in der Nähe der Stationsplätze, die ihrem Zwecke entsprechend nächst den belebtesten Theilen der Städte angelegt werden sollen. Oefters sind auch Krümmungen dort nicht zu vermeiden, wo dadurch kostbare Ländereien umgangen, tiefe Einschnitte, Tunnels, hohe Anschüttungen, kostbare Viaducte und Brücken beseitigt, Flüsse und Kanäle rechtwinklig mit der Stromachse überschritten werden müssen.

Am wenigsten schaden krumme Bahnlinien in der Nähe von Stationen, weil gewöhnlich daselbst langsam gefahren und zugleich auch dadurch oft der Zweck erreicht wird, daß solche den ankommenden Zügen durch die Seitenreibungen als Bremsmittel dienen können, obgleich geradelinigte Ansteigungen immer ein sichereres und öfters auch weniger kostspieliges Mittel sind, den schnellen Lauf der Wagenzüge zu hemmen.

Die Nachtheile der Krümmungen liegen hauptsächlich in dem Widerstande der Reibung, welchen die Spurkränze der Wagenräder, mit ihren parallel und gewöhnlich unveränderlich gestellten Radachsen, beim Hinschleifen an dem äußern Schienenstrange der Krümmung finden, sodann in der Gefahr des Aufsteigens der Räder und Ablaufens vom Geleise bei großer Geschwindigkeit und nicht ganz soliden und genauen Stoßverbindungen der Schienen, endlich in der Abnutzung der Bahn und Transportmittel.

Diese Nachtheile der Bahnkurven dort, wo sie nicht vermieden werden können, möglichst unschädlich zu machen, ist die Aufgabe des Ingenieurs.

Die frühere Behandlung dieses Gegenstandes beschränkte sich darauf, zu zeigen, daß in den Bahnkrümmungen die Centrifugalkraft bestrebt sei, die Wagen gegen die äußern Schienen zu schieben; diesem Uebelstande werde aber einfach

dadurch abgeholfen, daß man die Form der Radkränze konisch mache, und wenn dieß nicht ausreicht, die äußern Bahnschienen gegen die innern erhöhe. Das Maß dieser Erhöhung der äußeren Schiene zur erforderlichen Gegenwirkung gegen die Centrifugalkraft wurde berechnet und damit war die Darstellung geschlossen. Allerdings ist es möglich, durch derartige Anordnungen die Widerstände in den Krümmungen und dadurch die Gefahren des Aufsteigens 2c. zu beseitigen, es fragt sich nur, unter welchen Bedingungen?

Wir wollen die hierauf bezüglichen Fragen der Reihe nach hier zu beantworten suchen.

1) Wie groß ist der Verlust von mechanischer Arbeit, welcher sich in Bahnkurven aus dem Umstande ergibt, daß je zwei an einer Achse festgekeilte Räder in gleicher Zeit ungleiche Wegstrecken zurücklegen?

Es stelle be, cd Fig. 13, Taf. XIV ein Stück der von dem Mittelpunkt a aus construirten Bahnkurve vor, af den mittlern Halbmesser der Kurve und be die Breite der Bahn. Das äußere Rad hat in derselben Zeit den Bogen cd zurückzulegen, in welchem das innere auf dem Bogen be rollt. Die Differenz cd — be gibt also die Strecke an, durch welche wegen der starren Verbindung beider Räder das äußere Rad in derselben Zeit als schleifend anzusehen ist, in welcher das innere Rad auf dem Bogen be rollt. Es bezeichne v die Geschwindigkeit des innern, v′ die des äußern Rades, R den mittlern Halbmesser der Bahnkurve und b die Spurweite der Bahn. Beide Geschwindigkeiten verhalten sich offenbar, wie die in gleichen Zeiten beschriebenen Bogen, mithin auch wie die der letztern zugehörigen Krümmungshalbmesser, daher:

$$v' : v = R + \frac{b}{2} : R - \frac{b}{2} \quad \text{oder}$$

$$v' - v : v = R + \frac{b}{2} - \left(R - \frac{b}{2}\right) : R - \frac{b}{2}$$

mithin

$$v' - v = \frac{vb}{R - \frac{b}{2}} \ldots (1).$$

Dieß ist der Geschwindigkeitsunterschied beider Räder. Der Erfolg ist nun so zu betrachten, als ob das äußere Rad mit der Geschwindigkeit $v' - v$, ohne sich zu drehen, auf der äußern Schiene schleife. Bezeichnet man das Gewicht der bewegten Masse mit Q und den Reibungscoefficienten mit f, so ist der absolute Reibungswiderstand an der äußern Bahnschiene $f \, . \, \frac{Q}{2}$; dieser Widerstand bewegt sich mit der Geschwindigkeit $v' - v$; daher ist das Reibungsmoment:

$$f \, . \, \frac{Q}{2}(v' - v) \quad \text{oder}$$

wenn der Werth $v' - v$ aus (1) substituirt wird:

$$\frac{fQvb}{2R - b}$$

und der Verlust an mechanischer Arbeit in Pferdekräfte:

$$\frac{f Q v b}{75 \,.\, (2R - b)}.$$

Dieser Verlust ist also um so bedeutender, je größer die Last, die Geschwindigkeit und die Spurweite der Bahn ist, und um so geringer, je größer der Bahnhalbmesser.

2) Kann eine möglichst gesteigerte Geschwindigkeit das Umstürzen der Wagen in einer Bahnkurve in Folge der Centrifugalkraft herbeiführen, und welchen Halbmesser müßte die Krümmung haben, wenn die Gefahr des Umstürzens bei einer gegebenen Geschwindigkeit zu besorgen wäre?

Betrachten wir die in den Eisenbahnkrümmungen thätige Fliehkraft als eine im Schwerpunkte des Wagens angreifende Kraft, so lassen sich die Verhältnisse, unter welchen ein Umstürzen desselben erfolgen kann, aus einfachen Gesetzen der Hebelwirkung ableiten. Der Schwerpunkt c Fig. 14, in welchem die Centrifugalkraft nach der Richtung cP angreift, bildet nämlich das Ende eines Hebels, dessen Stützpunkt an den Berührungsstellen d und f der Spurkränze mit der äußersten Bahnschiene liegt. Um diese Punkte d und f strebt die Fliehkraft den Wagen zu drehen. Die Last widersteht diesem Zuge den Gesetzen der Schwere gemäß in der Richtung ca. Die Grenze der Stabilität der Masse ist erreicht, wenn die auf die Stützpunkte d und f bezogenen statischen Momente der Fliehkraft und des Wagengewichts einander gleich geworden sind, d. h. wenn

$$P \,.\, ac = Q \,.\, ab; \text{ worin}$$

$$\text{die Fliehkraft } P = \frac{v^2 Q}{g R};$$

$$\text{für } ac = s \text{ und } ab = \frac{b}{2} \text{ wird}$$

$$b = \frac{2 v^2 s}{g R} \;\ldots\; (2).$$

Hieraus ergibt sich, wenn der Halbmesser gegeben ist, die zum Umwerfen eines Wagens in Folge der Fliehkraftäußerung nöthige Geschwindigkeit:

$$v = \sqrt{\frac{g b R}{2 s}} \;\ldots\; (3)$$

den Halbmesser, welchen die Bahnkurve voraussetzt, wenn bei gegebener Geschwindigkeit ein Umstürzen des Wagens erfolgen soll, findet man aus der Gleichung:

$$R = \frac{2 v^2 s}{b g} \;\ldots\; (4).$$

Die Höhe, in welcher der Schwerpunkt eines Wagens über der Bahn liegen müßte, wenn bei gegebener Geschwindigkeit und gegebenem Halbmesser dieses Umstürzen Statt finden sollte, ergibt sich:

$$s = \frac{b g R}{2 v^2} \;\ldots\; (5).$$

3) Wie groß ist der durch den Centrifugaldruck in Eisenbahnkrümmungen erzeugte Reibungswiderstand und Verlust an mechanischer Arbeit?

Um den aus der Fliehkraft P in den Punkten d und f Fig. 14 resultirenden

Horizontaldruck der Räder gegen die Bahnschienen aufzufinden, zerlege man die Fliehkraft zunächst in 2 Seitenkräfte, von denen die eine P′ nach der aus c auf die Mitte der Sehne fd gezogenen Linie cb abwärts gerichtet ist, die andere in der Richtung ct liegend, auf der Ebene fcd senkrecht steht, und den Wagen um die Punkte f und d zu drehen strebt.

Wenn der Winkel $Pcb = cba = \alpha$, so hat man

$$P' = P \operatorname{Cos} \alpha.$$

Diese Kraft denke man sich in b angreifend und abermals zerlegt in zwei Seitenkräfte, in eine horizontale und eine verticale. Die erstere, welche allein hier in Betracht kommt, ist

$$P'' = P' \operatorname{Cos} \alpha = P \operatorname{Cos}^2 \alpha,$$

nun ist aber

$$\operatorname{Cos}^2 \alpha = \frac{b^2}{4s^2 + b^2}; \text{ daher}$$

$$P'' = \frac{v^2 Q b^2}{gR (4s^2 + b^2)}.$$

Bedeutet nun f den Reibungscoefficienten für Schmiedeisen auf Schmiedeisen, so ist die Größe der Reibung $f \cdot P''$, das Reibungsmoment $f \cdot P'' \cdot v$ und der Verlust an mechanischer Arbeit in Pferdekräften $\frac{f \cdot P'' v}{75}$ oder für P″ obigen Werth gesetzt:

$$\frac{f \cdot v^3 Q b^2}{75 \cdot gR (4s^2 + b^2)} \ldots (6).$$

Der durch die Reibung der Spurkränze an den äußern Schienen erzeugte Verlust an mechanischer Arbeit wächst in Kurven mit dem Kubus der Geschwindigkeit und steht im umgekehrten Verhältniß mit dem Halbmesser der Kurve.

4) Wie läßt sich für eine gegebene Geschwindigkeit und einen gegebenen Krümmungshalbmesser sowohl der Einfluß der Fliehkraft, als auch der unter (1) angeführte Nachtheil beseitigen?

Ein einfaches Mittel, um der Centrifugalkraft in Eisenbahnkurven entgegenzuwirken, besteht bekanntlich darin, daß man die äußere Bahnschiene höher legt als die innere, und zwar um so viel, daß die nunmehr in Thätigkeit kommende Schwerkraft, welche der Last ein Bestreben gegen den Mittelpunkt der Krümmung hin gibt, die Centrifugalkraft gerade aufwiegt.

Um die Größe der Erhöhung der äußern Bahnschienen, welche offenbar von der Geschwindigkeit und dem Halbmesser der Krümmung abhängt, zu ermitteln, nehmen wir die Figur 15 zu Hülfe, die den Querschnitt der Eisenbahn in einer Kurve vorstellen möge; c sei die äußere, a die innere Bahnschiene. bc ist die Erhöhung der äußern Schiene gegen die innere.

Man kann nun den auf den Schienen a und c ruhenden Wagen als eine Last betrachten, die auf der schiefen Ebene ac liegt, und ein gewisses Bestreben, gegen den Mittelpunkt der Kurve hin herabzusinken äußert, dessen Werth nach den bekannten Gesetzen der schiefen Ebene zu berechnen ist. Dieses Bestreben soll

der Centrifugalkraft, welche hier als parallel mit der schiefen Ebene wirkend angenommen wird, entgegenwirken und dieselbe gleichsam aufheben.

Mit Beibehaltung der frühern Bezeichnungen hat man die Centrifugalkraft:

$$P = \frac{v^2 Q}{gR}.$$

Die Wirkung der Schwere dagegen, wenn der Winkel $cab = \alpha$

$$Q \sin \alpha \text{ oder } Q . \frac{cb}{ac},$$

mithin aus der Gleichung:

$$\frac{v^2 Q}{gR} = Q . \frac{cb}{ac}.$$

Die Erhöhung

$$cb = \frac{ac . v^2}{g . R}, \text{ und wenn}$$

$ac = b$ gesetzt wird

$$cb = \frac{bv^2}{gR} \ldots (7.)$$

Durch diese Höherlegung der äußern Bahnschiene in Kurven ist zwar die Fliehkraft unschädlich gemacht, dagegen jener aus der starren Verbindung je zweier Räder in Bahnkurven entspringende Nachtheil des Schleifens noch unbeseitigt. Unter welchen Bedingungen nun die Erhöhung der äußern Bahnschiene benutzt werden kann, um auch diesen Nachtheil zu beseitigen, soll nun entwickelt werden. In den bisherigen Berechnungen hatten wir die Radfelgen als vollkommen cylindrisch angenommen. In Berücksichtigung der Bahnkurveu und um das Anstreifen der Spurkränze an den Bahnschienen überhaupt möglichst zu vermindern, gibt man jedoch den Rädern einen von innen nach außen sich verjüngenden Felgenkranz. Wenn nun in einer Kurve die Fliehkraft den Wagen nach der äußern Seite hinzieht, so kommt das Rad an dieser Seite auf eine Kranzperipherie von größerm Durchmesser zu liegen, während das andere Rad auf einem kleineren Durchmesser rollt, und beide Räder werden eine rein rollende Bewegung annehmen, sobald die beiden Kranzperipherien der Räder in einer Kegelfläche liegen, deren Spitze in den Mittelpunkt der Kurve fällt. Außerdem erhält der Wagen dadurch eine etwas geneigte, der Fliehkraft entgegenwirkende Lage.

Es ist klar, daß nur dann eine rein rollende Bewegung der Räder Statt findet, wenn ihre Durchmesser sich verhalten wie die zu ihren Schienenbogen gehörigen Halbmesser. Bezeichnet nun R den mittleren Krümmungshalbmesser der Bahnkurve

b die Entfernung der Bahnschienen von Mitte zu Mitte
d′ den Durchmesser des innern Rades,
d „ „ „ äußern „

so hat man die Proportion:

$$d : d' = R + \frac{b}{2} : R - \frac{b}{2}, \text{ oder}$$

$$d - d' : d = R + \frac{b}{2} - \left(R - \frac{b}{2}\right) : R + \frac{b}{2}$$

woraus: $$d - d' = \frac{bd}{R + \frac{b}{2}} \ldots (8).$$

Zur Herstellung dieser Differenz muß der Wagen um eine gewisse Strecke zur Seite gerückt werden, deren Größe offenbar von dem Grade der konischen Verjüngung abhängt. Diese sei allgemein durch $\frac{1}{a}$ ausgedrückt $\left(\text{gewöhnlich } \frac{1}{10}\right.$ bis $\left.\frac{1}{20}\right)$.

B Fig. 16 stelle ein auf der äußern Kurve laufendes Rad vor, dessen Seitenverschiebung ermittelt werden soll. Anfangs laufen beide Räder auf gleichen Peripherien, deren Durchmesser bd ist. Erfolgt nun die seitliche Verschiebung des Räderpaars, so steigt das äußere Rad B an der Schiene in die Höhe, während das innere um die gleiche Höhe herabsinkt. bc = k sei die Strecke, um welche das Rad verschoben werden muß, um die verlangte Differenz zu erzielen, so hat sich offenbar das Rad um ac gehoben, der Durchmesser desselben um 2ac vergrößert und der des innern um ebenso viel vermindert; man hat daher

$$d - d' = 4ac \text{ oder}$$

$$4ac = \frac{bd}{R + \frac{b}{2}} \ldots (9).$$

Nun ist $$\frac{ac}{bc} = \frac{ac}{k} = \frac{1}{a} \text{ folglich}$$

$$ac = \frac{k}{a} \text{ und durch Substitution in (9)}$$

$$k = \frac{abd}{4R + 2b} \ldots (10).$$

In Folge dieser Verschiebung erhält der Wagen zu der Neigung, welche er wegen der Differenz der Schienenhöhen, welche mit x bezeichnet werden möge, bereits hat, offenbar noch eine weitere Neigung. Der Wagen ist daher als auf einer schiefen Ebene ruhend anzusehen, deren Höhe $x + \frac{2k}{a}$ und deren Länge durch b ausgedrückt werden kann; man hat also $\sin \alpha = \frac{x + \frac{2k}{a}}{b}$ und für das Gleichgewicht der Kräfte:

$$Q \cdot \frac{x + \frac{2k}{a}}{b} = \frac{Qv^2}{gR}$$

woraus

$$x = \frac{bv^2}{gR} - \frac{2k}{a} \text{ und wenn der Werth für k aus (10) substituirt wird:}$$

$$x = b\left(\frac{v^2}{gR} - \frac{d}{2R + b}\right) \ldots (11).$$

Setzen wir beispielsweise:

R = 200 Meter
b = 1,5 "
d = 1,0 "
a = 15
v = 10 "
g = 9·808 "

so erhalten wir die Seitenverschiebung k = 0,028 Meter und die Erhöhung der Schienen x = 0,073 Meter.

Bei der Semmering-Bahn in Oesterreich wurden folgende Maße für die Spurerweiterung und Erhöhung der Schienen angenommen:

Halbmesser der Krümmung	Spurerweiterung	Erhöhung des äußern Schienenstrangs
6000 Fuß	2¼‴	5½‴
5000 "	2½‴	6¾‴
4000 "	3¼‴	8½‴
3000 "	4¼‴	11¼‴
2000 "	6½‴	1″4¾‴
1000 "	1″1‴	2″9½‴
900 "	1″2½‴	3″1¼‴
800 "	1″4¼‴	3″5¾‴
700 "	1″6½‴	4″
600 "	1″9½‴	4″7¾‴

1 östr.′ = 12″ = 12‴ = 0,316 Meter.

Nach den Vorschriften, welche die Versammlung deutscher Eisenbahntechniker im Jahr 1850 aufstellte, wurde in Beziehung auf die Bahnkurven bei neuen Bahnanlagen festgesetzt:

Der Krümmungshalbmesser der Kurven soll in der Regel bei Bahnen im flachen Lande nicht unter 1080 Meter, im Hügellande nicht unter 600 Meter betragen. Ausnahmsweise darf derselbe bis auf mindestens 360 Metr. beschränkt werden. Bei Gebirgsbahnen ist der geringste Halbmesser in der Regel 360 Metr., ausnahmsweise 180 Metr. Contrekurven sind in der freien Bahn unzuläßig. Die gerade Strecke zwischen zwei entgegengesetzten Kurven soll in der Regel noch die Länge eines Bahnzugs erreichen, mindestens soll sie bei Bahnen im flachen und im Hügellande 300 Metr., bei Gebirgsbahnen 90 Metr. lang sein.

Es wurde ferner bestimmt, daß in Kurven mit Radien unter 1800 Metr. die Spurweite im Verhältniß zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert und die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden solle, daß die Schienenkante nicht von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird. Die Maße der Erweiterung und Erhöhung der Schienen sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

Radius der Krümmung	Spur-Erweiterung	Schienen-Erhöhung
1800 Mtr.	0·013 Mtr.	0·005 Mtr.
1500 "	0·015 "	0·010 "
1200 "	0·017 "	0·016 "
900 "	0·020 "	0·022 "
600 "	0·022 "	0·035 "
300 "	0·025 "	0·050 "
100 "	0·030 "	0·065 "

Zum Schlusse dieses Abschnittes folgt noch eine Tabelle, aus welcher die Gefälls- und Alignementsverhältnisse der hauptsächlichsten deutschen Bahnen entnommen werden können.

Benennung der Eisenbahnen.	Länge der Bahn nach Meilen à 7532 Meter.	Länge der horizontalen Strecken Meter.	Länge der geraden Strecken in Meilen.	Stärkste Neigung auf der Bahn.	Stärkster Fall auf der Bahn.	Kleinster Radius der Kurven Meter.
Aachen Düsseldorf Ruhrort	5,6	16080,3	4,574	1 : 240	1 : 10	941,25
Aachen Mastricht . .	4,8	4988,6	2,866	1 : 150	1 : 100	545,9
Altona Kiel	14,08	25519,1	11,180	1 : 400	1 : 184	914,89
Badische Staatsbahn .	37,29	107294,9	26,641	1 : 189	1 : 210	174,5
Bayrische Staatsbahn .	68,68	7910,2	47,492	1 : 40	1 : 95	145,69
Berlin Anhalt Köthen .	20,2	154,36	14,736	1 : 300	1 : 300	1129,5
Berlin Hamburg . .	39,5	91048,9	31,480	1 : 128	1 : 300	941,2
Berl. Potsdam Magdeburg	19,53	33414,3	0,0155	1 : 200	1 : 300	564,7
Berlin Stettin . . .	17,85	26091,4	14,58	1 : 288	1 : 240	451,8
Bonn-Köln	3,89	10843,2	2,776	1 : 400	1 : 300	1890,03
Braunschweig Lüneburg	15,65	20692,4	10,411	1 : 45	1 : 350	1027,8
Düsseldorf Elberfeld . .	3,51	2010,5	2,111	1 : 30	1 : 130	564,75
Hannover'sche Staatsbahn	51,31	104358,2	39,55	1 : 300	1 : 300	700,29
Kaiser Ferd. Nordbahn	53,11	91685,3	43,59	1 : 240	1 : 250	180,15
Köln Minden . . .	37,08	67595,1	29,349	1 : 100	1 : 200	624,9
Leipzig Dresden . . .	15,5	35726,0	11,524	1 : 200	1 : 200	396,0
Main Weser	26,59	42375,0	16,90	1 : 100	1 : 100	248,5
Preuß. Ostbahn . . .	51,55	80115,4	41,50	1 : 150	1 : 150	941,2
Pfälz. Ludwigsbahn . .	15,36	20210,5	0,11	1 : 250	1 : 130	399,0
Rhein. Eisenbahn . .	11,39	4664,8	8,251	1 : 103	1 : 187	320,0
Sächsisch-Bayrische Bahn	23,94	42646,1	11,20	1 : 100	1 : 100	284,0
Taunus Eisenbahn . .	5,84	2507,5	3,85	1 : 200	1 : 320	180
Württemb. Staatsbahn .	33,2	72476,2	20,19	1 : 45	1 : 70	270,9
Semmering-Bahn in Oesterreich	5,42	2144,7	0,903	1 : 40	1 : 42	180

Achter Abschnitt.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

Vorarbeiten für den Bau und Erdarbeiten.

§. 40.

Vorarbeiten für den Bau.

a. Vornivellement und vorläufige Traçirung.

Nachdem die allgemeine Richtung einer Eisenbahn nach den in dem vorigen Abschnitte angegebenen Bestimmungen festgesetzt ist, schreitet man an ihre Absteckung auf dem Felde oder an die Traçirung derselben. Das Verfahren hierbei besteht gewöhnlich darin, daß man die Hauptpunkte der Bahn in eine topographische Karte der betreffenden Gegend einträgt, und sie wo möglich durch gerade Linien und Kreisbogen verbindet; sodann diese eingezeichnete Traçe auf dem Felde durch hohe Signalstangen markirt. Erst nachdem dieß geschehen, wird der Ingenieur das Terrain längs der abgesteckten Linie sorgfältig recognosciren und sich Notizen machen über die Beschaffenheit des Bodens, die Art desselben, Lage der Flüsse, Bäche, Gräben und Wege ꝛc. ꝛc. Lassen einige Strecken hinsichtlich ihrer Richtung noch Zweifel obwalten, so werden noch andere Linien recognoscirt, und es läßt sich sodann häufig schon aus den dabei aufgenommenen Notizen erkennen. welche Richtungslinie die vorzüglichere sein wird.

Um jedoch ein richtiges Urtheil über die Zweckmäßigkeit der einen oder andern Richtung fällen zu können, ist von jeder Linie ein sog. Vornivellement nothwendig, bei welchem die Entfernungen der Nivellementspunkte nicht gleichmäßig abgepflöckt zu sein brauchen, und für die Längen ein Maßstab von 1:10000, für die Höhen von 1:500 genügt. Der Zweck dieses Nivellements ist die Neigungsverhältnisse des Terrains der Bahnlinie, und daraus die Eigenthümlichkeiten und Schwierigkeiten desselben kennen zu lernen. Mit Hülfe dieser Vornivellements lassen sich sodann auch annähernde Kostenanschläge für den Bau der Bahn von jeder Linie ausarbeiten, und hiernach erst Vergleichungen anstellen, aus denen mit Bestimmtheit gefolgert werden kann, welches die bauwürdigste Linie ist. Erst nachdem diese Linie definitiv bestimmt, wird ihre Traçe vorläufig, jedoch so genau es die vorhandenen Plane gestatten, auf das Terrain übertragen, oder mit andern Worten, die vorläufige Traçirung vorgenommen.

b. Aufnahme der Situation.

Die Aufnahme der Situation beginnt mit der Herstellung der Basis. Die als Basis dienende Linie soll sich der Richtung der Bahn möglichst nähern. Sie wird durch Signalstangen bezeichnet, und ihre Aufnahme geschieht entweder durch

unmittelbare Kettenmessung in Verbindung mit Messung der von den einzelnen geraden Linien der Basis gebildeten Winkel, oder durch Dreiecksverbindungen, oder durch Anwendung beider genannten Methoden. Die Bestimmung der Basispunkte im Raume geschieht vermittelst Coordinaten, welche sich auf trigonometrische Punkte der betreffenden Landesvermessung beziehen.

In diese Basis werden so viel als möglich Fixpunkte aufgenommen, wie z. B. Grenzsteine, Häusersockel, Treppenstufen, Abweiser, Kreuze u. dgl., da hierdurch die spätere Absteckung der Bahnachse erleichtert wird, und der Ingenieur bei der Ausführung der Bahn seine Arbeiten genau controliren kann, nicht allein hinsichtlich ihrer Lage, sondern auch hinsichtlich ihrer Höhe, indem diese Fixpunkte in das definitive Nivellement eingetragen werden müssen. Die Aufnahme des Terrains geschieht nun im Anschlusse an die Basis mit dem Meßtische im Maßstabe von 1:2500, und auf die den örtlichen Verhältnissen angemessene Breite. Sie soll nämlich an Stellen, an welchen über die Bahnrichtung gar keine Zweifel mehr obwalten, in geringerer, etwa 100 Mtr. Breite, an Stellen aber, wo die Bahnrichtung noch ungewiß ist, in größerer Ausdehnung stattfinden.

Die Aufnahme der Situationspläne hat sich zu erstrecken auf alle Straßen, Bäche, Wasserrinnen, Brücken, Durchlässe, Gebäude und andere ausgezeichnete Gegenstände, alle Güter- und Gemeindegrenzen mit Bezeichnung der vorhandenen Grenzzeichen, als Mauern, Marksteine, Pfähle, Hecken u. dgl. — Ferner die genauen Grenzen der verschiedenen Kulturarten, die Lokalnamen 2c., überhaupt Alles, was zu einem vollständigen Katasterplane gehört.

c. Aussteckung der Bahnachse und definitives Nivellement.

Bei der Aufnahme der Situation wird die vorläufig abgesteckte Mittellinie der Bahn an unveränderliche Gegenstände, namentlich an die Triangulationspunkte angeschlossen, so daß sie nach Beendigung derselben möglichst genau in die Plane eingezeichnet werden kann. Bei dieser Einzeichnung der Bahnachse in die Situationspläne, hat der Ingenieur darauf zu achten, daß nur gerade Linien und Kreise von möglichst großen Halbmessern vorkommen, und daß an solchen Stellen, wo die vorläufige Absteckung dieß nicht gestattet, zweckmäßige Correctionen vorgenommen werden.

Ist nun die Traçe in der Situation definitiv festgesetzt, so schreitet man an ihre eigentliche Absteckung und Verpflöckung, indem man von 30 zu 30 Mtr. 2 Pflöcke in die Bahnachse einschlägt, einen Nivellement- und einen Nummernpfahl. In Krümmungen ist die Bahnachse in der Mitte zwischen 2 Nummern noch mit einem weitern Pflock zu bezeichnen.

Nach dieser Verpflöckung wird ein genaues Längenprofil der Bahntraçe aufgenommen, und zwar im Maßstabe von 1:2500 für die Längen, und 1:250 für die Höhen, in welchem die Punkte dieselben Nummern haben wie die Pflöcke.

Anschließend an die Verpflockung wird ferner bei jedem Bodenpfahl ein Querprofil aufgenommen. Die Aufnahme dieser Querprofile geschieht auf eine Breite von 30 Mtr. zu beiden Seiten der Bahnachse, an Orten aber, wo eine erhebliche Verrückung der Bahnachse in Folge des ferneren Studiums vorausgesehen werden kann, oder eine Weg-, Bach- oder Flußcorrection vorgenommen

werden muß, in größerer Breite. Für die einzelnen Punkte des Querprofils werden sowohl die absoluten Höhen, als die Höhen in Bezug auf die Bahnachse und die Höhendifferenzen unter sich berechnet. Die Distanzen sind von der Achse an nach beiden Seiten, und zwar je für die Entfernung der zwei nächstgelegenen Punkte anzugeben. Die Querprofile werden im Maßstabe 1:100 aufgetragen. Die Nummerirung derselben geschieht in Uebereinstimmung mit dem Längenprofil.

Sollte sich das Terrain zwischen zwei Punkten der Bahnachse merklich ändern, so ist ein Zwischenquerprofil aufzunehmen.

In die so vorbereiteten Längen- und Querprofile wird nun das Niveau und der Querschnitt der Bahn eingetragen.

d. Erhebungen für die Bearbeitung der Plane und Kostenvoranschläge.

Um bestimmen zu können, welche Preise für die Gewinnung der aus den Einschnitten zu fördernden Massen bezahlt, unter welchen Winkeln die Böschungen der Einschnitte angelegt, an welchen Orten Stütz- und Futtermauern anstatt der Böschungen angewendet, welche Systeme für die Gründungen der Brücken, Durchlässe rc. rc. angenommen werden müssen, ist eine umfassende Sondirung des Bodens nothwendig. Es sind zu diesem Zwecke in der Achse der Einschnitte bis auf die Tiefe des Bahnniveaus, Probegruben zu eröffnen, deren Entfernung, Gestalt und Weite sich nach der Beschaffenheit und dem Grade von Gleichartigkeit des Baugrundes richtet. Dasselbe Verfahren kann bei solchen Bauobjecten beobachtet werden, welche im Trocknen zu gründen sind. Bei Gründungen im Wasser ist die Beschaffenheit des Baugrundes je nach Umständen entweder durch Einrammen von Probepfählen oder mit dem Bohrer zu untersuchen.

Der Erfund sämmtlicher Sondirungen ist genau aufzunehmen und in ein Buch einzutragen.

Ein weiterer Gegenstand der Untersuchung ist die Wahl geeigneter Plätze für die Ablagerung der überflüssigen Einschnitts-Massen, und für die Gewinnung der nicht aus den Einschnitten zu bestreitenden Ausfüllungsmassen.

Endlich hat der Ingenieur noch Notizen zu sammeln über die Beschaffenheit, die Menge und den Preis der in der Nähe der Bahn vorkommenden Baumaterialien, über die Entfernung der Fundorte von dem Orte der Verwendung, und über den Zustand der Zufuhrwege.

e. Vermessung der für den Bau der Bahn erforderlichen Grundfläche und Anfertigung der Güterverzeichnisse.

Sobald die Bahnachse bestimmt und verpflöckt ist, so wird im Anschluß an dieselbe zur Vermessung der für den Bau der Bahn erforderlichen Grundfläche geschritten. Diese Vermessung geschieht für Felder, Wiesen und Wald, und diejenigen Ortschaften, die nur von der Bahn berührt werden, im Maßstab 1:1000, für sehr parcellirtes und kostbares Land, Reben, Gärten, Felder, Wiesen, sowie für Orte, welche von der Bahn durchschnitten werden, im Maßstab 1:500.

Die Vermessung erstreckt sich auf alle von der Bahn durchschnittene oder berührte Güter oder Liegenschaften, und es sind in dieselben die Namen der Eigenthümer und die Kulturarten einzuschreiben.

In die so vorbereiteten Pläne wird sofort nach den Längen- und Querprofilen die Achse und die Kronenbreite der Bahn, die für Gräben, Böschungen, Feldwege, Uebergänge und andere Zwecke erforderliche Grundfläche mit möglichster Genauigkeit eingetragen.

Die Grenzen des für die Bahnanlage nöthigen Terrains sollen aus geraden Linien bestehen, damit der Flächeninhalt des ermittelten Bedarfs an Grundfläche genau berechnet werden kann. Die zu erwerbenden Güterparcellen werden mit fortlaufenden Ordnungsnummern bezeichnet.

Der Flächeninhalt aller Parcellen wird genau berechnet und in ein Buch eingetragen.

Nach Vollendung des Bahnbaues werden alle diejenigen Grundflächen, welche Eigenthum der Bahnverwaltung bleiben, mit Marksteinen begrenzt.

Das Verfahren bei der Absteckung der Eisenbahnlinie von Haltingen nach Waldshut im Großherzogthum Baden war folgendes: Die Linie wurde nach der topographischen Aufnahme im Plane angegeben und vorläufig mit dem Gefällmesser (Gefällstock) abgesteckt und nivellirt, wobei man auch Querprofile absteckte und nivellirte. Hierauf wurden auf Grund dieser Nivellements die nöthigen Correctionen in der Linie vorgenommen, und dieselbe definitiv nach geraden Linien abgesteckt. Die Winkelpunkte wurden trigonometrisch bestimmt und ihre Coordinaten berechnet. Sofort nahm man die Tangentenpunkte für die Verbindungsbogen der Lokalität entsprechend an, und steckte die letztern auf Grund einer Berechnung entweder von der Sehne oder von der Tangente aus ab. Nun erst machte man das definitive Nivellement und die Aufnahme des Geländes, wobei man sich an die Eisenbahnlinie anschloß, und die trigonometrischen Punkte benützte.

§. 41.

Erdarbeiten.

Wenn die Vorarbeiten für den Bau einer Bahn beendigt sind, so schreitet man an die Profilirung des Erdkörpers, und hierauf an die Ausführung der Erdarbeiten.

Die Erdarbeiten bestehen in der Ausgleichung der Terrainoberfläche nach der Richtung der Bahntrace und nach dem projectirten Längenprofil, und zerfallen daher in Auffüllungen und Abgrabungen.

Wenn gleichwohl die zweckmäßigsten Neigungs- und Alignementsverhältnisse zwischen zwei Punkten für den vorliegenden Verkehr und den örtlichen Verhältnissen entsprechend, nach den im Vorhergehenden gegebenen Grundsätzen festgestellt sind, so bleiben doch gerade bei der definitiven Festlegung des Längenprofils hinsichtlich der Erdarbeiten und Kunstbauten noch manche Punkte zu berücksichtigen, als hauptsächlich, daß die Ab- und Auftragsmassen sich möglichst ausgleichen, daß übrige Abträge nicht an solchen Orten vorkommen, wo sie nicht auch abgelagert werden können, daß die Transportweiten nicht zu groß ausfallen, daß das Niveau der Bahn bei allen Kreuzungen mit Wegen, Flüssen und Bächen rc. rc. auch mit Rücksicht auf die Art und Construction der Uebergänge den lokalen Ver-

hältnissen entsprechend angeordnet sei, und daß im Allgemeinen die Erd- und Felsenarbeiten am wenigsten Kosten verursachen.

Eine Ausgleichung der Erdmassen wird nicht immer, ja nur selten, zu erreichen sein, und man wird daher überflüssige Quantitäten auf nahe liegende geeignete Plätze ablagern, sowie im umgekehrten Falle, wenn die Abträge nicht ausreichen, das fehlende Material von wenig entfernten Ländereien beischaffen.

Nicht sehr selten sind auch die Fälle, wo die Transportweiten so groß sind, daß es sich wegen zu bedeutenden Transportkosten weniger vortheilhaft herausstellt, die aus den Einschnitten gewonnenen Erdmassen für die Aufdämmungen zu verwenden, als zu beiden Seiten des Bahndammes das Material aufzunehmen, jedoch hüte man sich hierbei, längs der Bahn Wasserlöcher zu bilden und das Gelände der Cultur gänzlich zu entziehen. Nur auf Grund genauer Vorarbeiten und Berechnungen, sowie mit Hülfe einer graphischen Darstellung der bewegenden Erdmassen und ihrer Transportweiten, wird der Ingenieur in den verschiedenen Fällen bestimmen können, welche Verfahrungsweise in technischer und finanzieller Beziehung die zweckmäßigste ist.

Wie erwähnt, so beginnen die Erdarbeiten mit dem Profiliren des Bahnkörpers; dieß setzt jedoch die definitive Bestimmung der obern Breite des Bahndammes, sowie die Breite der Graben bei Einschnitten und die Größe der Böschungen bei Einschnitten und Aufdämmungen voraus.

Die obere Breite der Bahnkrone oder des Planums richtet sich:

a) nach der Spurweite der Bahn;
b) nach der Breite der Banquette;
c) nach der Zahl der Geleise;
d) nach der Entfernung der Geleise.

Was die Spurweite einer Eisenbahn betrifft, so versteht man darunter die Entfernung zwischen den beiden inneren Kanten der Bahnschienen. Die erste Anwendung der Eisenbahnen in den Kohlendistricten Englands, wo der Raum sehr beengt und nur eine beschränkte Benutzung dieser Bahnen gestattet war, machte es nothwendig, die zu transportirenden Lasten jeweils in möglichst kleine Theile zu vertheilen. Hieraus entstand eine kleine dem erwähnten Zwecke aber entsprechende Form der Wagen und aus Allem endlich eine Spurweite für die Bahnen von 3,5 Fuß engl.

Mit Einführung der Dampfwagen als Zugkraft zum Transport der Personen und Waaren auf Eisenbahnen mußte sich natürlich der ganze Bau der Bahnen nach denselben richten.

Die von Stephenson in England zuerst erbauten brauchbaren Locomotiven beschränkten sich auf eine Spurweite von 4′ 8½ Zoll oder 56½ Zoll engl. welches auch die gewöhnliche Spurweite der Landstraßen-Fuhrwerke war.

Nach dieser von Stephenson beliebig angenommenen Spurweite wurden zuerst die Stokton-Darlington Bahn, sodann die Manchester-Liverpool Bahn angelegt, und es wurden dieselben in Beziehung auf die Spurweite bei den spätern Eisenbahnen nachgeahmt, zumal da Stephenson damals die einzige Autorität im Locomotivbau war, seine Einrichtungen für das einmal angenommene Maß der

Spurweite getroffen hatte und daher nur ungerne Aenderungen annahm, da auch die Manchester-Liverpool Bahn unerwartet glänzende Resultate lieferte.

Der natürliche Wunsch deutscher Eisenbahngesellschaften, die Erfahrungen Englands in der Construction der Eisenbahnen zu benützen und kein besonderes Lehrgeld zahlen zu müssen, war wohl die Hauptveranlassung, daß man anfänglich die englischen Eisenbahnen in allen ihren Theilen, um ja sicher zu gehen, ängstlich kopirte, und so auch die Spurweite von 56½″ annahm.

Nur bei einzelnen Bahnen Englands, welche später erbaut wurden, sowie bei den Eisenbahnen in Holland, Rußland, Irland und in Deutschland bei der badischen Bahn erkannte man den Werth einer größeren Spurweite und nahm für dieselbe theils 7′, theils 6′ und theils 5′ 3″ nach dem Rathe ausgezeichneter englischer Ingenieure an.

Selbst G. Stephenson überzeugte sich später, als schon viele Bahnen mit der engen Spur ausgeführt waren, daß es besser gewesen wäre, wenn man früher eine etwas größere Spurweite angenommen hätte, und erklärte mehrfach, daß bei der ersten Einführung von Eisenbahnen in einem größeren Lande eine Spurweite von 5′ engl. als räthlich anzunehmen sei, um mehr Raum für die Construction der einzelnen Maschinentheile zu gewinnen; er führte selbst die Eisenbahn von Manchester nach Leeds mit einer Spurweite von 5′ engl. aus.

In Amerika hat man, mit Ausnahme von einigen Bahnen, ebenfalls die schmale Spur von 56½ Zoll angenommen, weil man früher alle Locomotiven aus England beziehen mußte und gleichsam nach diesen die Spurweite für die Bahnen bestimmte.

Die später in Amerika entstandenen Maschinenfabriken erkannten allerdings zwar den Nachtheil eines schmalen Geleises an, waren jedoch bei den vielen schon bestehenden Bahnen, wegen des Anschlusses der neuen an diese, genöthigt, dieselbe Spurweite anzunehmen.

Die New-Orleans Bahn für sich bestehend und circa 560 engl. Meilen lang, hat die Spurweite von 6 Fuß gewählt.

Die Gründe nun, welche eine größere Spurweite als die von 56½ Zoll wünschenswerth machten, sind folgende:

1) Die Räder der Locomotiven und Wagen können größer gemacht werden, ohne daß deßhalb ein Mißverhältniß zwischen dem rechtwinklichen Abstand der Räder und der Höhe des Schwerpunkts der bewegten Masse eintritt; hierdurch wird natürlich die Bewegung der ganzen Züge leichter, sicherer und sanfter, Bahn und Wagen nutzen sich weniger ab.
2) Die durch den Dampf in Bewegung gesetzten Maschinentheile können, selbst wenn die Cylinder innerhalb den Rädern liegen, wegen des für sie noch disponiblen Raumes vollkommen kräftig construirt werden; nicht so verhält es sich bei der engen Spur, hier sind die Theile zu schwach, um bei der, durch die kleinern Durchmesser der Triebräder bedingten schnellen Bewegung lange die nöthige Festigkeit zu behalten. Die Schnelligkeit der Fahrt darf daher eine gewisse Grenze nicht überschreiten. Erst als man auf den Gedanken kam, die Cylinder, welche früher aus-

schließlich zwischen den Rädern angebracht waren, außerhalb dieselben zu verlegen, gewann man so viel Raum, daß selbst für die enge Spur hinreichend kräftige und Sicherheit gewährende Locomotiven construirt werden konnten und das Bedürfniß einer größeren Spurweite allerdings nicht mehr so fühlbar war wie früher, allein die Geschwindigkeit der Fahrt durfte dennoch nicht über eine gewisse Grenze hinaus gesteigert werden, da die Schwankungen des Fahrzeugs zu groß und für die Stabilität gefährlich wurden, besonders wenn man den Triebrädern einen großen Durchmesser gab.

3) Der Dampfkessel kann größer gemacht werden, als bei der engen Spur; die Kessel der engen Spur entsprechen zwar den Anforderungen, welche zur Zeit an die Eisenbahnen gestellt zu werden pflegen, allein eine weitere Vergrößerung der Kessel, ihrer Breite nach, hätte die Vortheile, daß ohne Gefährdung der Stabilität, größere Lasten mit noch größerer Geschwindigkeit bewegt werden könnten.

4) Daß im Allgemeinen auf den Bahnen größere Steigungen zugelassen werden könnten.

Diese unverkennbar wesentlichen Vortheile größerer Spurweiten sind leider beim Beginn des Eisenbahnbaues in Deutschland allzuwenig erwogen worden, man hat blindlings das einmal Bestandene und Erprobtgemeinte angenommen, und sich gescheut, irgend etwas daran zu ändern. Die badische Eisenbahn, im Jahr 1839 begonnen, war eine der ersten Bahnen in Deutschland, und es hätte damals noch die für sie angenommene und von den ausgezeichnetsten Ingenieuren Englands empfohlene Spurweite von 5′ 3″ bad. oder nahe 1·6 Meter die allgemein deutsche werden können, wenn die deutschen Staaten sich hierüber vereinbart hätten. Jetzt, wo alle Bahnen Deutschlands die gleiche Spur von 56½ engl. Zoll oder 1,435 Meter haben, bleibt nichts übrig, als eben für eine neue Bahn dieselbe Spurweite zu nehmen, und die Bahnen, welche größere Spurweiten haben, wieder umzubauen, damit sie in das Netz der deutschen Eisenbahnen passen. Nur den sehr erheblichen Fortschritten in dem Bau der Locomotiven ist es zuzuschreiben, daß auch die enge Spurweite den Anforderungen, welche gegenwärtig an eine Eisenbahn gestellt werden, genügt.

Wenn übrigens eine etwas größere Spurweite als die allgemein übliche im Allgemeinen aus Rücksichten für den Betrieb und die Unterhaltung der Bahnen zweckmäßig gewesen wäre, so darf nicht angenommen werden, daß eine Spurweite von 7′ engl., wie sie Brünel bei der Great-Western Bahn annahm, noch zweckmäßiger wäre, denn diese hätte den sehr erheblichen Nachtheil, daß die Reibung an den Spurkränzen und das Schleifen der Räder in den Kurven sehr bedeutend würde, wenn sie nicht durchgehends große Halbmesser hätten; überdieß müßte man die Breite der Bahnkrone bei einer weitspurigen Bahn mit 2 Geleisen um circa 4 engl. Fuß größer als bei den engspurigen Bahnen annehmen, wodurch also die Kosten der Erdarbeiten, Brücken und des Oberbaues verhältnißmäßig wachsen. Ebenso erfordern die Drehscheiben, die Bahnhofshallen, Werkstätten, Locomotiv- und Wagenschuppen größere Weiten und verursachen daher einen größeren Kostenaufwand.

Für die Folge wird also die Spurweite stets 4,785′ bad. oder 1,4355 Meter und folglich die Entfernung der Schienenmitten zu 5′ bad. oder 1·5 Meter angenommen.

Die Banquette haben den Zweck, theils ein sicheres Festhalten der Fundamentirung der Lagerblöcke und Holzschwellen, überhaupt die Stabilität der Geleise zu bewirken, theils sind sie für den Dienst der Bahn bestimmt und müssen breit genug sein, damit die Wärter, Arbeitsleute und überhaupt die für den Dienst angestellten Personen mit Sicherheit hin und her gehen können. Dafür sind aber mindestens 0·6 Meter nöthig und wir erhalten, da die Wagen 0·75 Mtr. über die Mitte der Schienen vorstehen, eine nöthige Breite der Banquette von 1·35 Mtr. Gewöhnlich nimmt man 1·35 bis 1·5 Mtr. oder 4,5 bis 5 bad. Fuß; jede größere Breite ist überflüssig und vermehrt die Kosten.

Wenn auf den Bahnkörper 2 Geleise gelegt werden sollen, was bei Bahnen von einiger Bedeutung fast immer der Fall ist, so darf bei den fast allgemein üblichen Dimensionen der Wagen, welche mit den Tritten 10′ engl. oder 3 Mtr. Breite haben, die Entfernung der beiden Geleise von Mitte zu Mitte nicht weniger als 11′ 4″ engl. oder 11,5′ bad. oder 3,45 Mtr. betragen, wenn nicht die Sicherheit des Betriebsdienstes gefährdet werden soll. Es entspricht diese Entfernung einem Abstand der innern Schienenstränge von Mitte zu Mitte von 1·95 Mtr., wofür jedoch häufig nur 1·8 Mtr. genommen werden.

Darnach bestimmt sich nun die ganze Kronenbreite wie folgt:

1) Spurweite für 2 Bahnen von Mitte zu Mitte der Schienen à 1,5 Mtr. . . . . 3 Mtr.
2) 2 Banquette à 1,35 Mtr. . . . . 2·7 „
3) Entfernung der Bahnen von Mitte zu Mitte der Schienen 1·8 „

Zusammen — . 7·5 Mtr. oder 25′ bad.

Die Sohlen- und Ausschnittsbreiten der Bahnkörper machen auf der Fläche des natürlichen Bodens, je nach der Unebenheit desselben, meistens sehr von einander abweichende Breiten nöthig. Die hierauf bezüglichen Punkte sind:

e) die Höhe oder Tiefe von dem Bahnniveau bis zum Niveau des natürlichen Terrains;
f) die Böschungsanlagen;
g) die Breite der Abzugsgräben.

Die Bestimmung der Böschungsanlagen für Aufdämmungen und Einschnitte richtet sich vorzüglich nach der Beschaffenheit des Bodens, oft auch nach örtlichen Verhältnissen. Kennt man den natürlichen Böschungswinkel der betreffenden Erdart und die Höhe, auf welche sie sich vertical oder unter einem gewissen Winkel abstechen läßt, so gibt die Tabelle §. 150 der allgemeinen Baukunde die nöthige Böschungsanlage.

Nach gemachten Erfahrungen sollte man jedoch wegen den heftigen Erschütterungen bei der raschen Bewegung der Züge und wegen leichtem Senken der äußern Schienenstränge bei Aufdämmungen von mäßiger Höhe keine kleinere als 1- und 1½fache Anlage für die Böschungen annehmen; bei hohen Anschüttungen sollte sogar die Böschungsanlage 2mal der Dammhöhe sein. Bei Einschnitten, in denen

gerne Abrutschungen entstehen, wird man ebenfalls zu 1½- bis 2facher Anlage greifen müssen. Zuweilen ist selbst diese noch zu steil und es sind oft sehr kostspielige Entwässerungsarbeiten, z. B. unterirdische Sickerkanäle ꝛc. nothwendig, um überhaupt den Böschungen einigen Halt zu geben.

Felsen und fester Mergel oder Thonerde machen natürlich hier eine Ausnahme; dieselben können häufig senkrecht anstehen.

Um die Erdböschungen haltbar zu machen, werden sie mit einer Schicht guter Erde bedeckt, die man meistens an den Bodenflächen, auf welchen die Aufdämmungen oder Einschnitte ausgeführt werden, entnehmen wird; wo möglich soll diese Schicht 0,45 Mtr. dick festgestampft werden. Diese Decken von guter Erde werden sodann mit Gras, Klee ꝛc. eingesäet, oder je nach Umständen mit niederem Gesträuche bepflanzt. Fig. 11 und 12, Taf. IX.

In tiefen Einschnitten, wo die Erdart fest, und das Baumaterial, namentlich Stein, nicht kostspielig ist, befestigt man auch häufig die Seitenwände mit Futtermauern. Letztere werden auch da angewendet, wo das Terrain, wie in der Nähe größerer Städte, sehr theuer ist, oder wo Lokalverhältnisse es gebieten, mit der möglichst geringsten Bahnkörperbreite auszukommen. Die Stärke dieser Mauern berechnet sich nach §. 106 der allgemeinen Baukunde; eine verhältnißmäßige Verstärkung des berechneten Mauerprofils wegen den Erschütterungen, sowie eine sorgfältige Fundamentirung der Mauern ist in allen Fällen anzuempfehlen. In Gegenden, wo die Ländereien einen hohen Culturwerth haben und durch tiefe Einschnitte und hohe Dämme bedeutende Flächen für den Bahnkörper nothwendig werden, kann man auch die Böschungen zuweilen so ausgedehnt anlegen, daß die Böschungsflächen als baufähiges Land wieder benützt werden können. Ebenso wird man es nicht selten bei langen und hohen Aufdämmungen vorziehen, durch aufgemauerte Bogenstellungen die Bahnebenen zu bilden, um dadurch die Culturflächen, selbst unter dem Bahnkörper, sowie die Communication in Ortschaften ꝛc. theilweise erhalten und benutzen zu können. Solche Bogenstellungen oder Viaducte kommen auf den meisten Bahnen vor, wir erinnern hier nur an die Bogenstellung über das Indre-Thal in Frankreich; sodann an die Bogenstellung der Blackwall-Bahn in London; an die Bogenstellung bei Bellingen auf der badischen Bahn.

Wie leicht zu ersehen, lassen sich hier keine bestimmten Vorschriften für die Böschungsanlagen, überhaupt die Formirungen der Erdkörper, seien es Auf- oder Abträge, geben; es bleibt dieß lediglich eine Sache des Ingenieurs, der zu berechnen hat, auf welche Weise die Ausführung solid und auf die wohlfeilste Art den lokalen Verhältnissen entsprechend stattfinden muß.

Was schließlich die Breite der Wasserabzugsgraben betrifft, so richtet sich diese in der Regel nach der Menge des abzuleitenden Wassers, welches in die Graben nach der Lage des Terrains gelangen wird. In der Regel macht man die Grabentiefe 0·6 Mtr., die Grabensohle 0·3, die Böschung auf der Bahnseite mit 1facher und auf der gegenüberstehenden Seite mit 1½facher Anlage.

Aus den im Vorstehenden gemachten Mittheilungen läßt sich nun für gegebene specielle Fälle leicht die Gesammtbreite des natürlichen Terrains zur Darstellung eines Bahnkörpers für eine oder mehrere Spuren, und hieraus — sowie

mit Hülfe der verzeichneten Querprofile des Bahnkörpers die Größe der anzukaufenden Bodenfläche und der zu bewegenden Erdmassen berechnen.

Verschiedene Bahnprofilirungen sind auf Taf. IX. ersichtlich.

Die Erdarbeiten bestehen nun hauptsächlich in drei verschiedenen Arbeiten:

a) in der Bildung des Abtrags;
b) in dem Transport des Abtrags;
c) in der Bildung des Auftrags.

Die beiden ersten Arbeiten werden bei Abtragungen des natürlichen Bodens in das Niveau der Bahn nöthig; letztere bei Formirungen des Bahnkörpers in Ausdämmungen. Die anfänglichen Arbeiten, welche sowohl bei Einschnitten wie bei Aufdämmungen vorkommen, sind:

a) das Durchhauen der Waldungen;
b) das Abstechen der Rasenflächen und das Abheben der guten Erde;
c) Entfernen aller Wurzeln und Stöcke in Waldungen;
d) Bohrversuche zur Sondirung der Gebirgsarten in Einschnitten;
e) Aufstellung genauer Profile.

Wie der natürliche Boden abgetragen und welche Werkzeuge dazu nöthig sind, welches die geeignetsten Transportmittel für die Bewegung der Erdmassen, und wie endlich diese Erdmassen im Auftrage wieder abgelagert werden, lehrt der VII. Abschnitt der allgemeinen Baukunde.

Wir wiederholen nur, daß wenn sehr hohe Dammanschüttungen nothwendig werden, und dieselben mittelst Hülfsbahnen herzustellen sind, es gerathen erscheint, die Anschüttungen mindestens einen Winter über unbebaut liegen zu lassen, damit sich dieselben möglichst consolidiren, bevor der Schienenbau aufgelegt wird. Kann nicht zugewartet werden, dann ist eine künstliche Bewässerung des Bahnkörpers vorzunehmen, wenn dieß nicht mit allzu großen Kosten verbunden ist; jedoch kann nur bei einer Bodenart, welche das Wässerungswasser wieder durchsickern läßt, eine Bewässerung von Vortheil sein, d. i. bei sandigem und kiesigem Boden.

Die Solidität einer Bahn steigt um so mehr, mit je größerer Sorgfalt die Erdarbeiten in allen Theilen, namentlich auch zunächst an der Oberfläche des Bahnkörpers ausgeführt wurden; es muß nämlich letztere bei Herstellung des Oberbaues vollkommen trocken sein oder besser trocken gehalten werden können, weßhalb man auch zu den Anschüttungen vorzugsweise Sand und Kies oder Steine verwenden sollte, wenigstens zu der obersten Lage des Bahnkörpers auf 0·3 bis 0·45 Mtr. Dicke. Lehm, Thon oder Mergel, überhaupt jede Erdart, welche mit vielen vegetabilischen Stoffen vermengt ist, das Wasser in sich aufnimmt und weich wird, entspricht dem Zwecke am wenigsten.

Da die Eisenbahn sehr häufig mit den Land- und Vicinalstraßen und Feldwegen zusammentrifft, und diese durchschnitten werden, so muß man, wie erwähnt, schon beim Entwurfe des Längenprofils der Bahn und bei Herstellung des Erdkörpers auf dieses Durchschneiden Rücksicht nehmen.

Das Durchschneiden der Straßen kann hinsichtlich der Lage der Bahn gegen das angrenzende Gelände auf verschiedene Arten bewerkstelligt werden.

Entweder wird die Straße oder der Weg über oder unter der Eisenbahn durchgeführt, oder beide Communicationen fallen in ein und dasselbe Niveau. Soll die Straße oberhalb der Bahn geführt werden, so bedingen die Tiefe des Einschnitts der Bahn, die Natur des Bodens, sowie die Bedeutsamkeit der Straße selbst, endlich aber auch die Beschaffenheit der Lokalverhältnisse ꝛc. die Bauart der für diesen Zweck anzulegenden Straßenbrücke.

Als Regel wird für die Durchfahrt der Bahnzüge das Minimum der Durchfahrtshöhe über der Oberkante der Schienen zu 15′9″ engl. oder nahe 4·8 Mtr. angenommen, da diese Höhe der größten Höhenabmessung einer Locomotive entspricht. Nach dieser Dimension ist daher mit Rücksicht auf die zu wählende Brückenconstruction die Höhenlage der Straße beziehungsweise der Bahn festzustellen. Die lichte Weite der Durchfahrt für die Wagenzüge hängt von der Breite der Bahn ab. Man hat jedoch festgesetzt, daß die Widerlager oder Pfeiler eines Viaducts wenigstens 6′7″ engl. oder 2 Mtr. von der Mitte des zunächstliegenden Geleises entfernt stehen sollen. Anhang §. 3 l. (11).

Muß eine Straße unter der Bahn durchgeführt werden, so hängt die anzuwendende Brückenconstruction von der Höhenlage der Bahn über der Straße und von der Breite der letztern ab. In jedem Falle müssen die Niveaus bei den Communicationen so weit übereinander liegen, daß für die zu erbauende Durchfahrt eine lichte Höhe von mindestens 3·6 bis 4·2 Mtr. erübrigt wird. Die höchst beladenen Güterwagen haben keine größere Höhe als 3·9 Mtr.

Die Weite der Durchfahrt hängt von der Bedeutsamkeit der Straße ab. Dieselbe kann bei Feldwegen und Vicinalstraßen häufig auf 9 bis 12 Fuß 2·7 bis 3·6 Mtr., bei Landstraßen auf 15 bis 20 Fuß oder 4·5 bis 6 Mtr. eingeschränkt werden.

Bei der schweizerischen Eisenbahn hat man in dieser Beziehung folgendes Schema gemacht:

Classification der Wege.		Wegbreite. Meter.	Brückenbreite. Meter.	Lichthöhe der Brücke. Meter.
Kantonalstraße	1. Klasse	9	7·2	5·4
„	2. „	8·1	6·3	5·4
„	3. „	7·2	5·4	5·1
Communalstraße	1. „	7·2	5·4	5·1
„	2. „	6·3	4·5	4·8
„	3. „	5·4	3·6	4·8
Feldwege	1. „	5·4	4·5	4·8
„	2. „	4·5	3·6	4·2
„	3. „	3·6	2·7	3·6
Fußwege	1. „	2·7	2·7	3·6
„	2. „	1·8	1·8	2·7
„	3. „	1·8	1·5	2·4

Derjenige Fall endlich, wo die Eisenbahn und die Straße in eine und dieselbe Ebene gelegt werden können, was geschehen muß, wenn der beiderseitige

Höhenunterschied keine Durchfahrten gestattet oder die Erreichung dieses Unterschieds zu große Kosten veranlaßt, macht nur eine besondere Construction in dem Oberbau der Bahn erforderlich, worauf wir später zurückkommen werden. Ein weiterer Fall von Kreuzungen der Eisenbahnen mit bestehenden Communicationswegen ist schließlich derjenige, wo nicht Straßen oder Landwege, sondern Wasserstraßen überschritten werden müssen. Dieser Fall läßt die mannigfaltigsten Modificationen zu, da die Wasserstraßen sowohl hinsichtlich ihrer Größe als Beschaffenheit außerordentlich verschieden sein können, und selbst schon manchmal der Uebergang durch den Winkel, unter welchem die Kreuzung stattfindet, mancherlei Veränderungen bezüglich der zu wählenden Construction unterliegen muß.

Die Durchflußöffnungen von Brücken, Durchlässen und Kanälen, mittelst welcher die Bahn über Flüsse, Bäche und sonstige Wasser geführt werden muß, sind, wo nicht ähnliche Bauten ober- oder unterhalb die nöthigen Anhaltspunkte gewähren, durch Aufnahme und Berechnung der Ueberschwemmungsgebiete, im Uebrigen aber mit Rücksicht auf örtliche Verhältnisse zu bestimmen.

Wir hätten nun sowohl die Uebergänge der Eisenbahnen über Flüsse und Kanäle, als auch über Landwege, sowie die umgekehrten Fälle der Reihe nach einer nähern Betrachtung zu unterziehen, allein sämmtliche hierher gehörigen Bauwerke gehören in das Bereich des Brückenbaues und sind in unserem ersten Theil der angewandten Baukunde ausführlich beschrieben.

Kleinere Durchlässe von 0·6 bis 1·5 Mtr. Weite sind auf Taf. V enthalten.

(Die allgemeinen Vorschriften über Brückenbauten sehe man Anhang §. 3, I. 39).

Durchschneidet die Eisenbahn einen Bergrücken in solcher Tiefe unter der Oberfläche des Terrains, daß ein Einschnitt der Kosten wegen nicht mehr vortheilhaft erscheint, so ist dieselbe in einen Tunnel zu legen, dessen lichte Weite und Höhe sich ebenso bestimmt wie bei einer Straßenbrücke, welche über die Bahn führt. Das Nöthige über den Bau der Tunnels enthält der achte Abschnitt der allgemeinen Baukunde.

Neunter Abschnitt.

Oberbau.

Oberbau.

§. 42.

Allgemeine Bemerkungen.

Unter Oberbau einer Eisenbahn versteht man zunächst die mit Eisen belegten Geleise oder Radbahnen, worauf die Wagenräder der Fahrzeuge laufen, sowie alle jene Constructionen, welche zur soliden und möglichst unveränderlichen Festhaltung der Schienen auf dem Unterbau oder dem Erdkörper der Bahn erforderlich sind.

Sowohl die Form der Schienen als auch die Art ihrer Befestigung unter sich und auf dem Erdkörper der Bahn ist bei den bis jetzt zur Ausführung gekommenen Eisenbahnen außerordentlich verschieden, und es wird daher unsere Aufgabe sein, diejenigen Constructionen herauszuheben, welche im Allgemeinen nach den bisherigen Erfahrungen als die zweckmäßigeren betrachtet werden müssen. Der erste und natürlichste Gedanke war bei den ersten Anlagen von Radbahnen der: Die die Lasten tragenden Schienen ihrer ganzen Länge nach auf dem Bahnkörper aufliegen zu lassen und sie auf hölzerne Schwellen oder Fundamentsteine mittelst Nägeln, Schrauben, Lagerstühlen ꝛc. festzuhalten; diesem Grundsatze blieben trotz der mannigfaltigen Variationen der Schienenformen und der Befestigungsmittel fast alle früheren Bahnen treu. Erst in den Jahren von 1820 bis 30 fieng man hin und wieder an die damals gußeisernen Schienen, wahrscheinlich der Kosten wegen, nur theilweise auf dem Bahnkörper aufruhen zu lassen und sie nur in kleinen Abständen durch Quaderstücke, die in den Erdkörper der Bahn versenkt waren, zu unterstützen; zwischen diesen Stützen mußten die Schienen sich und die zufälligen Lasten frei tragen. Auch bei dem Bau der ersteren größeren Bahn zwischen Liverpool und Manchester, die man zu Anfang der 1830er Jahre in jeder Beziehung als eine Musterbahn ansah, wurden isolirte Stützpunkte für die Schienen gewählt und dieses System fand dazumal vielseitige Nachahmung, zunächst wohl aber nur deßhalb, weil man nichts Besseres kannte.

Amerika, dem englischen Muster anfänglich folgend, konnte natürlich da, wo Kapital und Lokalverhältnisse es gestatteten, nur das erwähnte System annehmen; dennoch änderten sich die Ansichten bald, indem man bei mehreren Bahnen wieder eine ununterbrochene Steinunterlage anwendete. Auf den meisten Bahnen aber benutzte man in der Folge, aufgefordert durch den niedrigen Preis des guten und

dauerhaften Holzes, statt Stein, Holz in Verbindung mit Stein oder Holz allein, indem man die Schienen auf Quaderblöcke und Langschwellen, oder auf Quer- und Langschwellen mit Nägeln befestigte.

In England sowohl als in Amerika wurde indessen von anerkannt ausgezeichneten Ingenieuren, als wie Brunel, Hartley, Gibbs, Robinson u. a. m. die theilweise Unterstützung der Schienen verworfen und eine fortlaufende Unterstützung derselben von Holz als zweckmäßiger in technischer Beziehung empfohlen, während auf der andern Seite wieder andere technische Autoritäten, wie Stephenson, Locke u. a., das System der theilweisen Unterstützung eifrig in Schutz nahmen.

Hiernach stellen sich für den Oberbau der Bahnen im Allgemeinen zwei verschiedene Systeme heraus:

1) das System mit theilweiser Unterstützung und
2) das System mit fortlaufender Unterstützung der Schienen.

In beiden Fällen können Stein oder Holz oder beide Materialien vereint als Unterstützungsmittel der Schienen dienen.

Wir wollen in dem Folgenden jedes dieser Systeme einzeln behandeln, zuvor jedoch die **Bahnschienen** als bei beiden Systemen in gleichen Formen und Dimensionen vorkommend betrachten.

§. 43.

Von den Bahnschienen.

Ueberblickt man die Anzahl von Schienenformen, welche schon angewendet wurden, und wovon die am häufigsten vorkommenden Formen auf Tafel XI. Fig. 32, 33, 34, 35 und 36 dargestellt sind, so findet man dieselben in den verschiedenartigsten Modificationen ihrer Gestalt und Größe und es geht daraus klar hervor, daß man sich bis auf die neueste Zeit weniger an allgemeine theoretische Principien, als vielmehr meistens nur an das schon Bestehende hielt, und blindlings dasjenige nachahmte, was von ausgezeichneten Ingenieuren empfohlen wurde. Uebrigens scheint man in neuerer Zeit zu der Ueberzeugung gekommen zu sein, daß die Vignole-Schienen, Fig. 35, besser als alle andern sind, und daß eine Verbindung dieser Schienen mit Laschen und ihre Befestigung auf Querschwellen mit sogenannten **Hakenkloben** zweckmäßiger ist, als mittelst Stühlen oder Chairs und Keilen oder mittelst Nägeln und Schrauben.

§. 44.

Material zu den Schienen.

Vor dem Jahr 1827 und selbst bis zur Erbauung der Manchester-Liverpool Bahn hat man fast ausschließlich das Gußeisen zu den Schienen verwendet. Man hatte gewöhnlich die sogenannten Flachschienen mit erhabenem Seitenrande in Anwendung, auf denen jedes gewöhnliche Straßenfuhrwerk mit entsprechender Spurweite benutzt werden konnte. Allein die große Sprödigkeit des Gußeisens, welche keine große Geschwindigkeit der Wagenzüge zuließ, sowie der Umstand,

daß die einzelnen Schienenstücke nur 1·5—1·8 Mtr. lang fehlerfrei gegossen werden konnten, mochten zunächst die Veranlassung gewesen sein, das Gußeisen durch das gewalzte Schmiedeisen zu ersetzen, aus dem man Schienenstücke bis zu 6 Mtr. Länge und 200 bis 250 Kilogr. Gewicht anzufertigen im Stande ist.

Seit jener Bahnherstellung zwischen Manchester und Liverpool sind die gewalzten Schienen ausschließlich bei allen Eisenbahnen von Bedeutung angewendet worden, da sie bei gleicher Tragkraft kaum halb so viel Material bedürfen, als gußeiserne Schienen, während das Gußeisen mehr als die Hälfte des Walzeisens kostet, und überdieß ihre Abnutzung weit geringer ist.

§. 45.

Fabrikation der Schienen.

Nach den auf Erfahrung gestützten Annahmen der meisten Eisenbahningenieure sind: Härte, Zähigkeit, vorzügliche Schweißung und Homogenität die Eigenschaften, welche gute Schienen besitzen sollen. Nächstdem muß eine gewalzte Schiene:

1) bei einem gleichmäßigen Hitzgrad gewalzt und durchaus fehlerfrei sein;
2) ein vollkommen gleiches Profil haben, besonders an den Enden, damit 2 Schienen am Stoße gleichsam ein Ganzes bilden;
3) eine vollkommen gerade Richtung zeigen;
4) eine bestimmte Länge haben, z. B. 4·5 bis 6 Meter.

a. Zubereitung des Eisens.

Das Erz, woraus zunächst das Gußeisen gewonnen wird, enthält in England im Allgemeinen etwa 30 Procent Roheisen. Es wird dieses Erz mit 334 Theilen gleichzeitig mit 100 Theilen Kalkstein und mit 250 Theilen Koaks in den Hochofen eingesetzt. Man erhält nun aus demselben verschiedene Sorten Roheisen, welche leicht an der Farbe ihres Bruches zu erkennen sind. Je lichtgrauer der Bruch, desto besser das Eisen. Dieses Roheisen wird theilweise wieder in sog. Feineisenöfen geschmolzen; bei dieser Operation sondern sich die Schlacken großentheils aus und man erhält ein reineres Eisen. Dieses ist je nach der Mischung des Roheisens von verschiedener Qualität. Zu ganz gutem Fabrikat wird blos graues Eisen verwendet; zu geringerer Waare gewöhnlich $\frac{1}{2}$ graues und $\frac{1}{2}$ weißes Gußeisen; für Schienen ist das Verhältniß häufig $\frac{1}{3}$ graues und $\frac{2}{3}$ Roheisen.

b. Zubereitung der Puddlingsbarren oder Eisen Nro. 1, 2, 3, 4.

In den Puddlingsöfen werden gewöhnlich zweierlei Eisensorten zubereitet. Die Mischung beider ist:

1) bessere Qualität, 400 Theile Feineisen auf 100 Theile Roheisen;
2) geringere Sorte, 100 Theile Feineisen auf 400 Theile Roheisen.

Ein Zusatz von Roheisen ist stets nöthig, damit der Prozeß des Puddelns vor sich gehen kann. Ein zu reines Eisen schmilzt leicht zusammen und verhindert dadurch das Absondern der Kohlen und Kohlensäure.

Das bis zu einem breiartigen festen Teige gebrachte Puddlingseisen wird nun in einzelnen Klumpen von beiläufig 0·027 Kbkmtr. Größe unter den sog. Quetschhammer gebracht, wobei die Schlackentheile abermals sich ausscheiden, und dann die Masse eine solche Form erhält, daß sie in die Vorwalze eingesetzt werden kann. Hier werden nun einzelne Barrenstücke von 3 bis 5 engl. Zoll Breite und 3/4 bis 1 Zoll Dicke auf 10 bis 15′ Länge ausgewalzt; sie sind von rauher Oberfläche, an den Kanten gerissen und niemals ein vollkommen gleichartiges Eisen. Der Bruch zeigt gewöhnlich matten dunkeln Faden mit eingesprengten körnigen Parthien.

Wird die unter (1) angegebene Mischung zwischen Fein- und Roheisen gewählt, so erhält man die bessere Sorte des unter Nro. 1 bekannten Schmiedeisens; bei Anwendung der unter (2) angeführten Mischung aber die geringere Sorte Eisen Nro. 1.

Werden nun die so ausgewalzten Eisenstäbe von Eisen Nro. 1 nochmals in Stücke von 4 bis 5′ Länge zerschnitten, daraus Paquete von 6—8″ Höhe gebildet und diese in sog. Schweißöfen bis zur Weißglühhitze eingesetzt, hierauf abermals in der Vorwalze zu Barren ausgewalzt, so erhält man die Eisensorte Nro. 2. Dieses Eisen hat schon scharfe Kanten, glatte Oberfläche und zeigt auf dem Bruche hellgrauen Faden.

Eisen Nro. 3 nennt man dasjenige, welches durch Auswalzen des Eisens Nro. 2 entsteht; durch ein neues Walzen des Eisens Nro. 3 erhält man Eisen Nro. 4 ꝛc.

Man wählt zur Fabrikation guter Schienen das unter Nro. 2 bekannte Eisen, welches frei von allen Schlacken sein muß, und bezeichnet diese Qualität von Schienen dann mit Eisen Nro. 3, oder wenn nur zu den Köpfen und Fußplatten der Schienen das erwähnte Eisen Nro. 2 genommen wird, während das Innere der Schienen aus der geringern Sorte Eisen Nro. 1 besteht, so erhält dann die fabricirte Schiene Eisen Nro. 3 und Nro. 2. Diese letztere Annahme ist fast allerwärts üblich.

c. Auswalzen der Schienen.

Die gewöhnliche Zusammensetzung der Schienenpaquete besteht aus 3/4 Eisen Nro. 1 und 1/4 Eisen Nro. 2 oder 3, und zwar sind die Eisensorten so angeordnet, daß die bessere Eisenqualität zur Umhüllung der geringeren dient. Es ist erforderlich, daß die einzelnen Stäbe gerade sind, um ein dichtes Paquetiren zu gestatten, auch dürfen die umhüllenden keine Brüche und Risse haben.

Fast überall hat die rasche Abnützung und Verdrückung des Schienenkopfs auf die Nothwendigkeit hingewiesen, der Erzeugung dieses ganz besondere Sorgfalt zu widmen und dadurch, sowie aus dem Umstande, daß eine Schiene sich nur biegen kann, **wenn die Eisentheile am Kopf zusammengedrückt und die am Fuße ausgedehnt werden**, ist Veranlassung gegeben zu sehr verschiedenem Verfahren in der Schienenfabrikation, die alle auf den gemeinsamen Zweck hinauslaufen: **den Kopf der Schiene aus hartem feinkörnigem Eisen und den Steg und Fuß aus gutem starksehnigem Eisen zu bilden.**

Die Fig. 1 bis 6, Taf. XXX. zeigen die Zusammensetzung mehrerer Paquete, wie solche in dem Walzwerk zu Decazeville in Frankreich für Doppelparallelschienen üblich sind. Die Barren, welche in der Zeichnung schraffirt sind, bestehen aus Eisen Nro. 2, die übrigen aus Eisen Nro. 1.

Auf andern Walzwerken, besonders auf den Rheinpreußischen, sind die Querschnitte Fig. 8 in Uebung. Die Breite der Paquete ist gewöhnlich gleich der Höhe gleich 0·18 Mtr. Die einzelnen Lagen in den Paqueten sind 0·03 Mtr. stark und die Länge der Paquete richtet sich nach dem Gewichte, welches die zu walzende Schiene haben soll. Das Paquetgewicht wird gewöhnlich um ¼ größer angenommen als das Gewicht der fertigen Schiene. Dieses Viertel ist für den Verlust beim Schweißen und für die abzuschneidenden rauhen Enden bestimmt.

Wieder auf andern Walzwerken werden die Paquete nur aus einer Sorte Eisen gebildet, was hinsichtlich der Schweißung vortheilhaft ist. Die mittlern Lagen der Paquete sind beiläufig nur halb so breit, als die äußern, damit durch die Fugen das Feuer gehörig eindringen und das Paquet im Innern eben so heiß wird, als an der Außenfläche. Bei der Paquetirung Fig. 7 sind dreierlei Eisensorten angewendet; a ist gutes Eisen Nro. 2 und es gibt die untere Lage den Kopf der Schiene, b ist Eisen Nro. 1 geringe Sorte, das übrige Eisen Nro. 1 bessere Sorte. Bei der Paquetirung Fig. 9 ist a gutes körniges Eisen Nro. 2 und gibt den Kopf, b gutes sehniges Eisen Nro. 2, c Eisen Nro. 1 geringe Sorte. Bei der Paquetirung Fig. 10 sind abgenutzte Brückschienen verwendet, die Umhüllung besteht aus Eisen Nro. 2.

In England und Wales sind in den Walzwerken zwei verschiedene Formen charakteristisch: hohe und niedrige Paquete. Erstere sind in der Tafe-Vale, Ebbro-Vale und andern Eisenwerken in Anwendung. Ihre gewöhnliche Anordnung zeigt die Fig. 11; sie sind 8 bis 9″ engl. breit, 9 bis 10″ hoch und ihre Länge variirt mit dem Gewichte der Schienen. Für Schienen von 71 Pfund pro Yard und 18′ Länge ist das Paquet 35″ lang. Die schraffirten Platten sind Eisen Nro. 2. Die niedrigen Paquete kommen in den meisten Eisenwerken Staffordshire's und nur noch in wenigen von Wales zur Schienenfabrikation vor. Ihre allgemeine Zusammensetzung zeigt die Fig. 12. Sie sind 7—8 engl. Zoll hoch, 6—7″ breit und in der Länge verschieden, wie die hohen Paquete. Beide Arten von Paqueten haben ihre Vorzüge und Nachtheile. Während der durchschnittliche Querschnitt der niedrigen Paquete etwa 42 □″ beträgt, ist der der hohen 80 □Zoll, also nahe das Doppelte, und hierin ist der Hauptvorzug der hohen Paquete begründet. Der Querschnitt einer gewöhnlichen Vignole-Schiene beträgt z. B. 7,18 □Zoll, zu dem die 80 □Zoll durch die Walzen zusammengepreßt werden, es ist klar, daß unter sonst gleichen Umständen jedenfalls ein dichteres und festeres Eisen mit sicherer Gewähr vollkommener Schweißung der Erfolg sein muß, als durch eine solche Reduction von 42 □Zoll. Durch die Zeichnungen ist angegeben, daß das hohe Paquet am obern, den Kopf der Schiene bildenden Theil zwei Eisenplatten enthält, während bei den niederen Paqueten eine Platte diesen Theil bildet, und ist diese Verschiedenheit unbedingt ein Vorzug der letztern, indem dadurch die Schweißnaht auf dem Kopfe der Schiene vermieden wird.

Bei den hannöverschen Schienen wurde die Paquetirung Fig. 13 gewählt, um einen bessern Schienenkopf zu erhalten.

Von den in England ausgeführten Patent-Verfahren ist das Thorneycroft'sche vorzugsweise zu erwähnen. Die Schienenpaquete haben die Zusammensetzung Fig. 14. a ist Holzkohleneisen und gibt den Kopf der Schiene, b Eisen Nro. 2 und c Eisen Nro. 1. Die Paquete sind 7″ hoch und 6¼″ breit.

Jedes Paquet gibt eine Schiene, indem es in dem sog. Schweißofen zur Weißglühhitze gebracht und in diesem Zustande in die Schienenwalzen eingeführt wird.

Das Auswalzen einer Schiene geschieht mit einer einmaligen Hitze und es muß das betreffende Paquet, je nach der Form, welche die Schiene erhalten soll, gewöhnlich 10 bis 14mal rasch hintereinander durch die Walzen laufen, bis das Paquet zur Schiene ausgestreckt ist.

Man benutzt in der Regel 2 Paare nebeneinander gestellte Walzen, die sog. Rauhwalze, Fig. 15, und die Feinwalze, Fig. 16; erstere, um aus dem Paquet die Schiene ihrer Hauptgestalt nach zu bilden, letztere um ihr allmälig die beabsichtigte Form und Länge zu geben.

Die Rauhwalze hat gewöhnlich 5—7 Durchläufe oder Gänge, die Feinwalze 5 bis 6. Die Querschnittsform der einzelnen Gänge zwischen je 2 Walzen beginnt in der Rauhwalze mit der Querschnittsform der Paquete und endet in der Aus- oder Feinwalze mit der Querschnittsform der Schiene. Die Fig. 15 und 16 stellen die verschiedenen Gänge dar, welche bei der Fabrikation der ersten badischen Vignole-Schiene angenommen waren.

Wenn die Schiene nach obigen Andeutungen aus dem letzten Gange der Auswalze kommt, befindet sie sich noch in einem weißglühenden Zustande, sie wird alsdann sogleich durch eine eigene Vorrichtung gleichzeitig mittelst 2 Circularsägen an den Enden auf die entsprechende Länge abgesägt, und nach dem völligen Erkalten auf besonders hierzu geformten Ambosen durch Hammerschläge oder mit Hülfe einer Druckmaschine (Punch) gerade gerichtet. Dieses Geraderichten kann auch mittelst starker Pressen geschehen. Auf vielen Walzwerken erfolgt das Ablängen der Schienen erst nach dem Erkalten derselben, wodurch natürlich auch eine größere Genauigkeit in Beziehung auf die Schienenlänge erzielt wird. Ein Nachfeilen der abgesägten Schienenenden wird dem Walzwerk zur besondern Aufgabe zu machen sein *).

d. Prüfung der Schienen.

Zur Prüfung einer Schiene pflegt man zuweilen ein schweres Gewicht von einer gewissen Höhe senkrecht auf die Schiene, welche frei auf 2 Stützpunkten liegt, fallen zu lassen, und beobachtet sodann die Größe der Durchbiegung und die etwaige Veränderung der Schiene. Zur Prüfung der Zähigkeit der 4½ Zoll hohen hannöverschen Schiene nahm man 1 Tonne schweres Gewicht und 23 Fuß Fallhöhe, bei 3½′ Entfernung der Stützpunkte; es erfolgte eine Durchbiegung

*) Anfertigung der bayerischen Eisenbahnschienen sehe man Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens III. Bd. 1848.

von 25 Zoll und die Schienen blieben vollkommen frei von Brüchen und Rissen. Um die Qualität des Eisens genau kennen zu lernen, pflegt man mehrere Schienen im kalten Zustande mit Hülfe einer hydraulischen Presse zu zerbrechen.

§. 46.

Form, Dimensionen, Gewicht und Dauer der Schienen.

Jede Schiene muß eine gewisse Breite an der Stelle haben, worauf die Wagenräder unmittelbar laufen, sie bedarf ferner eine gewisse Höhe, um die Last der Locomotive mit Sicherheit zu tragen, und endlich eine gewisse Form an ihrer Auflagefläche, um leicht und fest auf den Bahnkörper niedergehalten werden zu können. Den letztern Theil bezeichnet man gewöhnlich mit dem Namen „Fuß", den entgegengesetzten obern mit „Kopf" und die Verbindung dieser beiden Theile mit „Stehrippe oder Steg" der Schienen. Es ist Thatsache, daß dünne Eisenstäbe, welche man sehr oft biegt, am Ende brechen, daß ferner Stäbe, welche man kalt hämmert, ein krystallinisches Gefüge annehmen oder spröde werden und dann ebenfalls an Festigkeit verlieren und leicht brechen. Daß die Eisenbahnschienen denselben Gesetzen unterliegen wie dünne Stäbe, dürfte nicht bezweifelt werden, und es läßt sich daher mit Sicherheit annehmen, daß die bei der Bewegung der Wagenzüge vorkommenden heftigen Erschütterungen und Stöße, sowie die häufigen, wenn auch nur kleinen Biegungen nach und nach zerstörend auf die Schienen wirken, indem das Eisen in seinem Zusammenhange allmälig aufgelockert wird und sich blättert.

Wie durch eine entsprechende Form und entsprechendes Gewicht der Schienen diese gefährlichen Wirkungen geschwächt oder weniger schädlich gemacht werden können, soll in dem Folgenden näher angegeben werden.

Die Schienenform ist verschieden, je nach dem System des Oberbaues; es kommen daher hauptsächlich 3 Formen in Betracht: die Form der Stuhlschiene, Fig. 33 und 34, und die beiden Formen der breitbasigen Schienen von Vignoles und der Brückschienen von Brunel, Fig. 35 und 36.

Welche Form aber auch gewählt werden mag, so bleiben immer folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) die gewählte Form muß so sein, daß die Schiene gut gewalzt werden kann;
2) daß die Befestigung der Schiene auf ihre Unterlager möglichst viel Solidität und Sicherheit gewährt;
3) daß die Bewegung der Räder eine möglichst ruhige sei, und die Abnutzung der Schienen und Räder ein Minimum werde;
4) daß bei dem geringsten Aufwand von Material die größte Tragfähigkeit und Seitensteifigkeit der Schiene erzielt wird.

Die Berücksichtigung der 3 ersten Punkte erfordert für die einzelnen Theile einer Schiene, welches auch ihre Form sei, gewisse Dimensionen, welche die Erfahrung festgestellt hat und die wir vor Allem kennen lernen müssen.

Der Schienenkopf muß eine solche Breite haben, daß er keine unnöthige und schädliche Abnutzung an den Wagenrädern hervorbringt; die Breite soll aber

auch nicht so bedeutend sein, daß die Schienen übermäßig schwer werden. Zieht man die verschiedenen Ausgaben für Abnutzung an den Rädern bei schmalen Schienenköpfen und die Anschaffung von breiten Schienen in Berücksichtigung, so stellt sich nach der Erfahrung heraus, daß es als ökonomisch gerechtfertigt erscheint, wenn man Schienen, auf denen der Verkehr nur mittelst 12 bis 15 Tonnen schweren Locomotiven stattfindet und überhaupt nicht bedeutend ist, 2,1 bis 2,3 engl. Zoll oder 0·054 bis 0·06 Mtr. breit macht. Für Maschinen von 15 bis 20 Tonnen Gewicht und bedeutenden Verkehr sollte die Breite des Kopfs 2,3 bis 2,58 engl. Zoll oder 0·06 bis 0·066 Mtr.; für Maschinen von 25 bis 30 Tonnen Gewicht 2,58 bis 2,94 engl. Zoll oder 0·066 bis 0·075 Mtr. betragen. (Anhang §. 3, I, 15.)

Die Dicke der Schienenköpfe wechselt nach den bis jetzt ausgeführten Bahnen zwischen 0·018 und 0·03 Mtr. Die amerikanischen Schienen haben durchschnittlich 0·015 bis 0·0225 Mtr. Dicke; ebenso die Schienen der deutschen Bahnen. Ein Kopf von geringerer Dicke als 0·015 Mtr. bietet dem Spurkranz zu wenig Fläche dar, schleift sich schnell ab und läßt ein Abbrechen befürchten.

Die Köpfe dürfen natürlich den Rädern keine scharfen Kanten darbieten, sondern es sind die Ecken des den Kopf vorstellenden Rechteckes gehörig durch Kreislinien abzurunden; es ist dieß schon einigermaßen durch das Auswalzen der Schienen bedingt, noch mehr aber dadurch, daß sich die Schwere der Wagen nicht auf die äußerste Kante legt, wo sie mit dem größten Hebelsarme wirkte. Aus letzterer Ursache ist es auch rathsam, den Kopf der Vignoles- oder Stuhlschiene dort, wo er sich mit dem Steg vereinigt, durch sanftes Anschmiegen zu verstärken. Was die Form der obern Kopffläche betrifft, so lassen sich unter den vielen vorkommenden Variationen 3 Hauptformen erkennen:

1) die Kopffläche hat dieselbe Neigung wie der Radkranz der Wagenräder;
2) der Schienenkopf ist oben horizontal;
3) der Schienenkopf ist etwas gewölbt.

Im ersten Fall erscheint die Abnutzung der Schienen und Radkränze am gleichförmigsten vor sich zu gehen, da es aber unmöglich ist, daß der etwas konische Radkranz gleichzeitig auf mehr als einem Durchmesser läuft, so ist eine derartige Anordnung um so mehr verfehlt, als bei einer nicht sehr sorgfältigen Ausführung der Bahn die Abnutzung der Schienen und Radkränze sehr bedeutend sein muß, indem die Berührung nur auf einer Kante der Schiene stattfindet; ein unruhiger Gang der Wagen und eine Tendenz zu Seitenstößen der Spurkränze an den Schienen, sowie zur Umkantung letzterer kann dabei nicht wohl vermieden werden. Ist der Schienenkopf horizontal, so wird die Abnutzung der Radkränze und Schienen nicht weniger bedeutend sein, wie im ersten Fall, während eine Tendenz zur Umkantung der Schienen nur noch in höherem Maße hervortritt. Hat der Schienenkopf dagegen eine flache Wölbung, so können die Räder, wenn sie nicht schon zu sehr abgeschliffen sind, meist auf demselben Durchmesser rollen und eine Veranlassung zu Seitenstößen ist hierdurch wesentlich beseitigt. Die unvermeidlichen Unebenheiten der Schienen haben bei der gewölbten Form auch nicht diejenigen Nachtheile bezüglich des Gangs der Fahrzeuge, der Abnützung und

des Umkantens, wie in den beiden ersten Fällen. Unter allen Kopfformen erscheinen daher die flach gewölbten die zweckmäßigsten, und es soll erfahrungsgemäß der Radius der Wölbung 5 bis 7″ engl. oder 13 bis 18 Centim. betragen.

Die kleinste Dicke der Stehrippe, welche bis jetzt angewendet wurde, beträgt 0,47 engl. Zoll oder 0·012 Mtr. Diese Dimension ist jedoch für die meisten Verhältnisse als zu gering befunden worden, indem die Schienen zu wenig den verticalen und seitlichen Pressungen der passirenden Fahrzeuge gewachsen sind; man findet auf den neuern Bahnen die Stärke der Stehrippen 0,51 bis 0,8 engl. Zoll oder 0·013 bis 0·02 Mtr. angenommen, und diese Stärken genügen für alle Verhältnisse. Die neue bad. Vignoles-Schiene hat bei einer Höhe von 0·12 Mtr. eine Stegstärke von 0·0192 Mtr. Nach den Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen von Th. Weishaupt, Berlin 1852, dürfte sogar bei der Schienenhöhe von 0·12 Mtr. eine Stegstärke von 0·014 Mtr. genügen. Dabei muß aber von der Unterstellung ausgegangen werden, daß durch Abrundung der Oberfläche des Schienenkopfs, ferner durch eine dem Konus der Radreifen entsprechende geneigte Lage der Schienen und in Kurven durch angemessenes Höherlegen des concaven Strangs die Uebertragung der Last auf den Steg in der Höhenachse der Schiene befördert und demgemäß dem Bestreben nach Seitenverbiegungen entgegengewirkt wird.

Bei den Brückschienen können die einzelnen Stehrippen bei dem ohnehin bedeutenden Biegungswiderstand nach der Seite, 0·012 Mtr. stark angenommen werden.

Die Höhe der Stehrippen wechselt bei den verschiedenen Schienenformen je nach der Schwere der Locomotiven, welche auf der Bahn gehen. Nach den von einer Versammlung deutscher Eisenbahntechniker im Jahr 1850 aufgestellten Grundsätzen soll die größte Belastung einer Schiene durch ein Rad 120 Ctr. und die Schienenhöhe mindestens 4 engl. Zoll oder 10 Centim. betragen.

Im Allgemeinen wird aber die Höhe der Stehrippe von der Form des Fußes der Schiene abhängig sein, denn erst wenn diese bekannt, ist es möglich, durch Rechnung nach Anhang §. 2 das Widerstandsmoment der Schiene, und durch Gleichsetzung dieses mit dem Kraftmoment, die Höhe der Schiene, beziehungsweise der Stehrippe zu bestimmen.

Die Form des Fußes wird sich zunächst nach der Befestigungsart der Schienen auf den Oberbau richten, sie wird aber immer so gewählt werden müssen, daß die neutrale Achse, welche durch den Schwerpunkt des Schienenprofils geht, nicht in die obere Hälfte desselben fällt, sondern der thunlichst sichern Lage der Schienen wegen entweder in die Mitte oder etwas unter dieselbe. Die Summen der Biegungsmomente in Bezug auf die neutrale Achse im obern und untern Theil müssen gleich sein, vorausgesetzt, daß der Widerstand des Eisens gegen Ausdehnung von dem Widerstand gegen Zusammendrückung nicht verschieden ist. Diesen Grundsätzen zu Folge kann die Vertheilung der Massen in dem Querschnitte einer Schiene keineswegs gleichgültig sein, sondern muß es vielmehr Grundsatz bleiben, den Steg so dünn als möglich zu machen und die noch disponiblen Massen, bei gegebenem Gewichte, vor Allem auf Bildung des Kopfs

und Fußes der Schiene zu verwenden. Dieß gilt in gleichem Maße für Stuhl- wie für breitbasige Schienen.

Man ist zwar mitunter der Meinung gewesen, daß der Fuß bei den Stuhlschienen entbehrlich sei, und alles nach Bildung des Kopfs noch vorhandene Material zum Steg, also zur Erreichung möglichst großer Höhe verwendet werden dürfe, sehr bald überzeugte man sich jedoch von der Unzweckmäßigkeit dieser Form und gab später dem Stege immer eine Verstärkung an dem untern Ende, oder bildete sogar einen Fuß mit gleicher Stärke mit dem Kopfe, was noch mit manchen Bequemlichkeiten bei der Fabrikation und der Verwendung verknüpft ist.

Die kleinste Dicke des Fußes bei breitbasigen Schienen kann ohne Gefahr einer bleibenden Biegung und wegen der Fabrikation der Schienen nicht geringer als 0·01 bis 0·012 Mtr. angenommen werden; die Breite des Fußes ist dergestalt zu bestimmen, daß die Schienen durch die Hackennägel noch gehörig gefaßt, und beim Uebergange vom Steg zum Fuß möglichst kräftig gehalten werden können. Das Uebergreifen eines Hackennagels muß 0·015 Mtr. betragen und für die Abrundung an der Fußplatte dürfte wenigstens 0·021 Mtr. gerechnet werden; es beträgt daher bei dem Minimum der Stegbreite von 0·013 Mtr. die kleinste Fußbreite $2 \times 0{\cdot}015 + 2 \times 0{\cdot}021 + 0{\cdot}013 = 0{\cdot}085$ Mtr.

Wenn eine viel größere Fußbreite, wie die berechnete, hinsichtlich der Auswalzung des Fußes nicht zweckmäßig sein würde, indem derselbe bei seiner geringen Stärke häufig unganz bliebe, dabei aber auch den Nachtheil hätte, daß, wie die Versuche von Weishaupt klar darthun, die äußersten Längskanten des Fußes nicht im Stande wären, den Biegungen des Steges gleichmäßig zu folgen, ein Umstand, der wohl einige Berücksichtigung verdient, so dürfte eine etwas geringere Breite als 0·085 Mtr. aber schon deßhalb nicht statthaft sein, weil die Schiene nicht Stabilität genug hätte, und es hat sich daher auch eine Breite des Fußes von 0·09 Mtr. für 0·12 Mtr. hohe Schienen als genügend und vollkommen sicher, bezüglich einer Drehung um die äußere Kante des Fußes, bewährt. Bei den meisten ausgeführten Bahnen wechseln die Fußbreiten zwischen 0·09 und 0·12 Meter. Die badische Vignoles-Schiene hat eine Fußbreite von 0·111 Mtr.

Dieß vorausgesetzt, soll nun zunächst untersucht werden, welche von den beiden Formen der breitbasigen Schienen den Vorzug verdient; erst nachdem dieß entschieden, soll eine Vergleichung der Stuhlschiene mit der Vignoles-Schiene von gleichem Gewichte angestellt und daraus gefolgert werden, welche Schiene im Allgemeinen die beste ist.

Die Hauptfrage wird die sein, welche Schiene hat bei gleichem Gewichte beider zu vergleichenden Schienen die größte Tragfähigkeit, die Vignoles-Schiene oder die Brückschiene? Um diese Frage zu beantworten, betrachten wir 2 Balken von den Querschnitten Fig. 1 und 2, Taf. XXXI., so ergeben sich die Biegungsmomente, d. h. die Producte aus dem Elasticitätsmodulus und der Summe der Momente aller Spannungen für die neutrale Achse, welche durch den Schwerpunkt gehend angenommen ist, für die Vignoles-Schiene bei den in der Figur eingeschriebenen Bezeichnungen, und wenn E den Elasticitätsmodul bedeutet:

$$\frac{E}{3}\Big(a_1\,[(h_1-b)^3+(b+b_1-h_1)^3]+a\,[h_1^3-(h_1-b)^3]+$$
$$+a_2\,[(b+b_1+b_2-h_1)^3-(b+b_1-h_1)^3]\Big)$$

worin

$$h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+a_2b_2^2+2\,[a_1bb_1+a_2b_2\,(b+b_1)]}{ab+a_1b_1+a_2b_2}$$

Für die Brückschiene:

$$\frac{E}{3}\Big(a_1\,[(h_1-b)^3+(b+b_1-h_1)^3]+a\,[h_1^3-(h_1-b)^3]+$$
$$+a_2\,[(b+b_1+b_2-h_1)^3-(b+b_1-h_1)^3]\Big)$$

worin

$$h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+a_2b_2^2+2\,[a_1bb_1+a_2b_2\,(b+b_1)]}{ab+a_1b_1+a_2b_2}$$

Für die Stuhlschiene ohne Fuß, Fig. 3, erhielten wir:

$$\frac{E}{3}\Big(ah_1^3-(a-a_1)\,(h_1-b)^3+a_1\,(b_1+b-h_1)^3\Big)$$

worin

$$h_1=\frac{1}{2}\cdot\frac{ab^2+a_1b_1^2+2a_1bb_1}{ab+a_1b_1}.$$

Für die Stuhlschiene, deren Fuß so stark wie der Kopf, Fig. 4, ergäbe sich das Biegungsmoment:

$$\frac{E}{12}\Big(a_1b_1^3+a\,(b^3-b_1^3)\Big).$$

Nehmen wir für die Buchstaben entsprechende Werthe an, die zugleich der Bedingung genügen, daß die Gewichte beider Schienen gleich sind, z. B.

	für die Vignoles-	— für die Brück- Schiene.
a . . .	10,5 Cent.	8 Cent.
a_1 . . .	1,5 „	2,4 „
a_2 . . .	6,0 „	6,0 „
b . . .	1,0 „	1,0 „
b_1 . . .	8,5 „	8,1 „
b_2 . . .	2,5 „	1,8 „

so ergeben sich die Werthe von h_1 beziehungsweise = 6,1 und 5,4 Cent., und die Biegungsmomente verhalten sich wie 748,14 : 532,95 oder wie 1,4 : 1. Eine Vergleichung der Vignoles-Schiene mit der Stuhlschiene, Fig. 4, ergibt bei der Annahme von entsprechenden Werthen, z. B. $a = 6$; $b = 11,34$; $a_1 = 1,5$ und $b_1 = 6,34$ das Biegungsmoment 633,5E; es verhalten sich also die Biegungsmomente der Vignoles- und Stuhlschiene wie 748,14 : 633,5 oder wie 1,18 : 1.

Dieses theoretische Resultat ist auch ganz übereinstimmend mit der Erfahrung; es zeigt abermals deutlich, daß es nicht einerlei ist, wie die Massen in einem Querschnitte vertheilt sind und daß eben diese Vertheilung bei der Vignoles-Schiene

eine weit günstigere ist, wie bei der Brückschiene. Eine Bevorzugung der ersteren dürfte daher um so eher gerechtfertigt erscheinen, als dieselbe hinsichtlich des Walzens weniger Schwierigkeiten macht, wie die Brückschiene, und dabei doch auch hinlängliche Seitensteifigkeit und Stabilität besitzt, ferner als diese letztere sich weniger für das freitragende System eignet, weil die beiden Stehrippen auf ihre Tragweite ungleich belastet erscheinen und leicht eine Verdrehung der Schiene denkbar ist, gerade dieses System aber allgemein als das bessere anerkannt wird. Dazu kommen noch die weiteren Nachtheile, daß:

1) die Brückschienen wegen ihrer Form eine größere Reibung der Spurkränze in den Kurven verursachen, und
2) die Spurkränze der Räder, wenn sie etwas scharf gelaufen sind, leichter aufsteigen, und so die Fahrzeuge eher aus der Spur kommen.

Als Vortheile der Brückschienen bezeichnet man:

1) Breite Auflagefläche ohne viel Material für den Fuß;
2) beste Unterstützung des Rades;
3) bedeutender Widerstand gegen Seitenausbiegungen;
4) das Schienengewicht kann geringer sein, wie bei andern Schienenformen, weil die Schiene selbst auf Langschwellen liegen muß.

Was nun die Wahl zwischen der Vignoles- und der Stuhlschiene betrifft, so kommen hierbei noch andere Punkte in Betracht, als die obenerwähnten, die Vertheilung der Masse ist bei beiden Schienen eine zweckmäßige und theoretisch begründete, indem das meiste Material zur Bildung von Kopf und Fuß verwendet wird, nur dadurch erhält die Vignoles-Schiene den Vorzug vor der Stuhlschiene, daß bei letzterer die Masse des Fußes mehr concentrirt ist, als bei der Vignoles-Schiene, bei der sie eine breite Fußplatte bildet, die erfahrungsgemäß bei gleichem Gewichte mehr Widerstand gegen Biegung und Bruch darbietet.

Beide Formen lassen sich gut auswalzen, doch dürfte in dieser Beziehung die Stuhlschiene entschieden den Vorzug verdienen, da sie auch aus den wohlfeilern Sorten des Walzeisens, welche für die Fabrikation der breitbasigen Schienen nicht geeignet sind, gewalzt werden kann und somit bei gleichem Gewicht billiger ist.

Bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegen bleibende Biegung geben beide Schienenformen günstige, nicht sehr von einander abweichende Resultate; die Biegungsmomente verhalten sich nach der oben angestellten annähernden Rechnung bei gleichem Gewichte wie 1,18:1.

Die Versuche von Weishaupt geben in Bezug auf Biegung und Bruch folgende Resultate:

Entfernung der Stützpunkte = 3 Fuß.

Benennung der Bahn.	Form der Schiene.	Dimension der Schiene in rheinl. Maß. Höhe.	Breite. Kopf.	Breite. Fuß.	Breite. Steg.	Gewicht pro laufenden Fuß.	Tragfähigkeit der Schiene innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elasticität. mindestens.	höchstens.	Mittel.	Durchschnittsmaß der Biegung pro Centner.	Durchschnittsmaß der Biegung im Ganzen.	bis zum Bruche mindestens.	höchstens.	Mittel.	Reihenfolge der Schienen in Bezug ihrer Tragfähigkeit bis zum Bruche.
		Zoll.	Zoll	Zoll.	Zoll.	Pfund.	Centner.	Centner.	Centner	Zoll.	Zoll	Centner	Centner.	Centner.	Nr.
Stargard-Posener	Breitb.	4,5	2,3	4	0,65	22,82	112	229	152	0,00037	0,056	526	553	538	4
Niederschlesisch-Märkische	„	4,5	2,12	3,81	0,69	22	166	166	166	0,000373	0,062	607	607	607	1
Dieselbe	„	4,5	2,13	3,68	0,63	22	157	175	166	0,000375	0,062	562	562	562	3
Ostbahn . . .	„	4,5	2,17	4	0,63	22	130	229	170	0,000384	0,065	535	616	577	2
Berlin-Potsdam .	Stuhl	4,5	2,35	2	0,75	20	130	166	150	0,000416	0,062	463	526	495	7
Thüringische . .	Breitb.	4,25	2,31	3,65	0,68	22	130	166	148	0,000417	0,062	517	526	522	5
Berlin-Hamburg .	„	4	2,26	3,8	0,8	22,15	103	121	112	0,000454	0,051	508	517	512	6
Westphälische . .	Stuhl	4,5	2,3	1,5	0,75	19,5	112	157	130	0,000465	0,060	355	391	373	9
Berlin-Anhalt . .	„	4,41	2,26	1,87	0,71	19,3	94	103	97	0,000482	0,047	363	363	363	10
Dieselbe	„	3,91	2,43	1,81	0,58	18	112	121	117	0,000561	0,066	382	382	382	8
Westphälische . .	„	4	2,34	1,65	0,75	18	103	121	110	0,000569	0,063	319	319	319	
Niederschlesisch-Märkische	Breitb.	3,25	2,4	3,75	0,55	18,6	72	90	81	0,000667	0,054	310	328	319	11
Dieselbe	Brück	2,33	1,95	4,45	2,0	15,4	44	58	51	0,00189	0,096	166	166	166	12
Magdeburg-Leipzig	„	2,15	2,0	4,65	2,0	14,0	26	39	31	0,00213	0,066	121	157	139	13

Hieraus ist ersichtlich:

1) Daß die Stuhlschienen, selbst wenn sie in Bezug auf Biegung sehr hoch stehen, in Bezug auf Bruch den breitbasigen Schienen nachbleiben. Dieser Umstand dürfte wichtig genug sein, um bei dem Entwurf zu neuen Schienenformen beachtet zu werden, da neben dem für gewöhnlich beanspruchten Widerstand gegen Biegung der Widerstand gegen Bruch für außergewöhnliche Fälle, als große Geschwindigkeit der bewegten Last, starke Stöße, strengen Frost ꝛc., nicht außer Acht gelassen werden darf, und dieß um so weniger, als die Grenzen der vollkommenen Elasticität namentlich an den Stößen gar leicht überschritten werden. Nach vorstehender Tabelle gehört hierzu bei 3 Fuß freier Tragweite nur etwa $^2/_3$ Linien Biegung. Glücklicherweise geht die Eigenschaft der vollkommenen Elasticität weit über die Grenzen der ersten bleibenden Biegung hinaus, wie auch bereits anderweitig anerkannt ist.

Es läßt sich aus dieser Eigenschaft elastischer Körper erklären, daß trotz der starken Verbiegungen der Schienen ein Bruch so selten vorkommt. Die Durchbiegung, welche sich bildet, entspricht der schwersten auf der Bahn bewegten Last, der Last auf den Triebrädern der Locomotiven, und die Schiene kehrt nach jedem Passiren einer solchen Last auf die einmal angenommene bleibende Biegung zurück. So lange nun das Gewicht der Locomotive und die Geschwindigkeit der Züge nicht vergrößert wird, tritt kein Zuwachs an Biegung ein. Die Grenzen für diesen Zustand dürften in dem Erfahrungssatze gefunden werden, wonach eine den Wirkungen bewegter Last ausgesetzte Eisenstange so lange nicht brechen wird, als die in Folge dieser Wirkung entstehende Durchbiegung nicht mehr als $^1/_3$ der Durchbiegung vor dem Bruche beträgt. Wenn es darnach scheinen könnte, als ob auf schwach wellenförmige Biegungen des Gestänges sehr häufig mit zu großer Besorgniß geblickt würde, so muß andererseits auf so manche bedenkliche Thatsache verwiesen werden, durch welche diese Besorgniß nur zu sehr begründet wird. Die Wirkungen des Frostes auf den Oberbau in feuchten Einschnitten und nach vorhergegangenem Regen auch auf anderen Stellen der Bahn, der Zustand des Oberbaues bald nach dem Eintritte von Thauwetter und die Unmöglichkeit, alle Schwellen gleich gut und fest zu unterstopfen, bewirken gar oft, daß einzelne Schwellen eine Lage annehmen, welche von den normirten Niveauverhältnissen abweicht. An solchen Punkten ist die Fallhöhe der bewegten Last eine größere, als an andern ordnungsmäßig liegenden Stellen; die vorhandenen Durchbiegungen werden sich deshalb dort angemessen vergrößern. Auf diese Weise entstehen allmälig Biegungen, welche die vorbemerkten ungefährlichen Grenzen überschreiten und anfangs wenig, bei Wiederkehr solcher Umstände aber, immer mehr Brüche nach sich ziehen. Die Beibehaltung durchgebogener Schienen wird man deßhalb nicht gut heißen können, ganz abgesehen davon, daß sie den gesammten Oberbau beweglich machen, die Unterhaltung desselben vertheuern, die Anwendung kräftiger Maschinen für schwere Güterzüge und für Schnellzüge verhindern, und die Sicherheit des Betriebs im Allgemeinen, besonders aber für Schnellzüge gefährden.

2) Daß eine breitbasige Schiene von 22 Pfund Gewicht pro laufenden Fuß mit höchstens 166 Centner, eine Stuhlschiene von 19,5 bis 20 Pfund Gewicht mit höchstens 157 Ctnr. und eine solche von 18 Pfund pro laufenden Fuß mit

121 Centner belastet werden darf, wenn die Grenze der vollkommenen Elasticität nicht überschritten werden soll.

Ein weiterer Umstand, welcher für die breitbasigen Schienen spricht, ist ferner der, daß sie bei gleicher Höhe mit den Stuhlschienen weit mehr Widerstand gegen seitliche Verbiegungen leisten als letztere, und daß diese Differenz theils um so größer ist, je mehr die Breite des Fußes wächst, theils weit über dem Gewichtsverhältniß steht. Letzteres ist z. B. für die Ostbahnschiene wie 19,5:22 oder wie 1:1,13, während die Seitenverbiegungen für 58 Centner Belastung und 3′ Tragweite bei ersterer 3,15 mal so groß sind, als bei letzterer.

Ein Hauptentscheidungsgrund für die Wahl einer oder der andern Schienenform dürfte wohl in der Befestigungsart der Schienen unter sich und auf ihre Unterlager liegen, sowohl die Vignoles- als die Stuhlschienen gestatten die sogenannte Laschenverbindung, durch welche die einzelnen Schienen am solidesten zu einem Strange vereinigt werden, allein die ersteren können einfach mit Hackennägeln auf die Holzunterlager befestigt werden, während die letzteren nur mit Anwendung weiterer Zwischenstücke, die man Stühle (Chairs) nennt, ihre Befestigung erhalten. Wenn man aus Gründen der Einfachheit in der Construction der Bahn der Vignoles-Schiene schon deshalb den Vorzug einräumen wollte, weil sie auch, ohne die Kosten der Bahn zu vergrößern, schwerer gemacht werden kann, indem das Kapital zur Anschaffung der Schienenstühle für die Schiene selbst disponibel ist, ferner weil die Stuhlschienen selten fest in ihren Lagern ruhen, da die Keile, womit die Schienen in dieselben eingezwängt werden, immer wieder durch die Erschütterungen und Temperaturwechsel locker werden, und daß durch Brechen eines Stuhls große Unglücksfälle entstehen können, und endlich auch das Umwenden der Doppelstuhlschienen keinen praktischen Werth hat, indem sie einmal abgenutzt, nicht in das Lager passen, so dürfte doch erst dann ein vollständig richtiges Urtheil gefällt werden, wenn die Oberbausysteme einer nähern Betrachtung unterworfen sind.

Was nun die Schienengewichte betrifft, so lassen sich diese nur nach der Erfahrung richtig festsetzen.

Die per Yard 35 Pfund schweren T Schienen der Boston-Lovell Bahn hielten nur 5 bis 6 Jahre, während welcher Zeit 425000 Tonnen Totalgewicht darüber gegangen waren. Beim 2ten Geleise dieser Bahn hatte man 56 Pfund schwere Schienen aufgelegt, sie wurden unbrauchbar, nachdem circa 1000000 Tonnen darüber gegangen waren; die neuesten Schienen dieser Bahn sind nun 63 Pfund schwer.

Die Liverpool-Manchester Bahn hatte anfänglich 35 Pfund schwere Schienen, sie hielten kaum 3 Jahre lang, nachdem über sie circa 900000 Tonnen gegangen waren. Man vermehrte dieses Gewicht mit Erfolg nach und nach auf 50, 62, 70 und mehr Pfunde, ja auf andern englischen Bahnen stieg man nach und nach auf 85 bis 90 Pfund; dabei sind aber die Gewichte der Locomotiven, welche anfänglich 12 Tonnen waren, bis auf 22 und 24 Tonnen vergrößert worden, und die Fahrgeschwindigkeit stieg bis auf 50 und 60 engl. Meilen per Zeit-Stunde. Die Entfernung der Stützpunkte wechselte bei diesen Schienen von 3 bis 5 Fuß.

Die Schienengewichte der meisten norddeutschen Bahnen schwanken zwischen 58 und 68 Pfund per Yard, gewöhnlich sind sie 20 bis 22 Pfund per laufenden Fuß bei den breitbasigen Schienen, und 18 bis 20 Pfund bei den Doppelstuhlschienen.

In Frankreich wurde für Hauptbahnen ein Gewicht von 60 bis 61 Pfund per Yard oder 30 Kilgr. per Meter angenommen.

Auf den meisten amerikanischen Bahnen, bei denen die Schienen größtentheils fortlaufende Unterstützung haben, schwanken die Gewichte der ältern Schienen zwischen 40 und 50 Pfund; dieselben zeigten sich jedoch bald als zu gering, da die Schienen nach 7 bis 8 Jahren abgenutzt waren, und wurden auf 60 bis 70 Pfund vergrößert.

Auf der badischen Bahn hatte man anfänglich bei dem Langschwellensystem Schienengewichte von 42 bad. Pfund bei 13 bis 14 Tonnen schweren Maschinen; deren Dauerzeit war im Mittel 8 bis 10 Jahre. Für das 2te Geleise vermehrte man, da auch die Locomotivgewichte bis auf 20 und 24 Tonnen stiegen, das Gewicht auf 52 Pfund, und bei dem Umbau der Bahn in das enge Geleise nahm man sogar 67,5 Pfund, legte aber die Schienen auf Querschwellen.

Es geht aus vorliegenden Wahrnehmnngen hervor, daß die Dauerzeit der Schienen von der Größe des Verkehrs, dem Gewichte der Maschinen und Wagenzüge, der Qualität des Eisens, von der Schwere der Schienen, ihrer Form und Befestigungsweise abhängig ist, sowie daß es mit Rücksichtnahme auf das Anlagekapital angemessen sein dürfte, das Schienengewicht im Verhältniß zu den Locomotivgewichten wachsen und fallen zu lassen.

In letzterer Beziehung wird man nach den bisherigen Erfahrungen nicht so unrichtig verfahren, wenn man das Gewicht der Schienen so nimmt, daß der laufende Fuß, bei zweckmäßiger Schienenform und 3 Fuß freier Tragweite, so viele Pfunde wiegt, als die für den Verkehr angenommenen Locomotiven Tonnen haben. Für Maschinen von 20 Tonnen gäbe dieß Schienen von 60 Pfund per Yard.

Was die Form der Schienen in Beziehung auf ihre Längenansicht betrifft, so hat man Schienen, welche ihrer ganzen Länge nach gleiche Querschnitte haben, sog. Parallelschienen, und solche, bei dem freitragenden System, welche zwischen den Ruhepunkten eine ellyptisch geformte Stehrippe besitzen, sog. Fischbauchschienen. Diese letztere Form wird in neuerer Zeit nicht mehr angewendet, indem sie schwierig zu walzen ist und sowohl bei der Fabrikation der Schienen als auch bei deren Legung, besonders in den Bahnhöfen so viele Abfälle entstehen, daß man es für ökonomisch vortheilhafter gefunden hat, den Schienen durchweg eine gleiche Höhe zu geben, damit sie an jedem Punkte eine Ablängung zulassen.

Die Länge, auf welche man in neuester Zeit die einzelnen Schienen auswalzt, beträgt je nach dem Gewichte derselben 5 — 6 Meter. Die Fabrikation ist bis jetzt nicht so weit gediehen, daß größere Schienenlängen als 6 Mtr. fehlerfrei ausgewalzt werden können.

§. 47.

Abnutzung der Schienen auf Eisenbahnen.

Die Abnutzung der Schienen wurde durch die Erfahrung der mechanischen Arbeit des Reibungswiderstandes, durch den sie erfolgt, proportional gefunden. Durch die Einwirkung der Wagen auf die Schienen der Eisenbahn wird für 1000 Kilogrammmeter ausgeübter mechanischer Arbeit 0,04 bis 0,05 Gramm Gewichtsverlust bewirkt bei Eisen von mittlerer Härte; bei gewöhnlicher Reibung von Eisen auf Eisen ist für langsame Bewegung der Gewichtsverlust nur 0,02 bis 0,03 Gramm für hartes, und 0,05 — 0,06 Gramm für weiches Eisen; wirkt das Triebrad einer Locomotive heftig auf einen und denselben Schienentheil ein, und findet Wärme-Entwickelung statt, so kann der Verlust bis auf 0,06 und 0,1 Gramm steigen. Jede Last, welche von einer Locomotive gezogen über die Bahn geht, bewirkt eine zweimal größere Abnutzung der Schienen, als wenn dieselbe Last, durch andere Bewegkraft veranlaßt, über die Schienen geht.

Die gesammte Abnutzung an beiden Schienen einer Bahn beträgt nach Durchlaufung von

1 Myriameter 100 Gramm für eine Maschine ohne Wagenzug;
" " $12\frac{1}{2}$ " für einen leeren Wagen;
" " 4 " für eine Tonne transportirter Last.

Für einen Zug mit 10 Wagen, wovon jeder mit 3 Tonnen belastet ist, wäre demnach die Abnutzung für 1 Myriameter Länge der Eisenbahn 100 + 125 + 120 = 345 Gramm.*)

Nach Beobachtungen an der Eisenbahn von Liverpool nach Manchester, werden die Schienen im Jahr um $\frac{1}{90}$ Zoll (0·00028 Mtr.) niederer. Polonceau hat auf der Eisenbahn von Mühlhausen nach Thann, die seit $3\frac{1}{2}$ Jahren eröffnet war, und auf der täglich 4 Bahnzüge circuliren, einen Millimeter Abnutzung gefunden, was in einem Jahre wieder 0·00028 Mtr. ausmacht.

§. 48.

Einfluß der Temperatur auf die Länge der Schienen.

Durch den Temperaturwechsel werden bekanntlich alle Körper entweder ausgedehnt oder zusammengezogen. Auf diesen Einfluß der Kälte und Wärme ist beim Legen der Schienen Rücksicht zu nehmen, wenn das Eisengestänge oder die einzelnen Schienenstränge in Beziehung auf ihr Alignement nicht in Unordnung gerathen sollen.

Die durch den Temperaturwechsel herbeigeführte Längendifferenz beträgt bei jeder Schiene $\frac{1}{65000}$ der Länge für jeden Grad Reaumur. Die beim Legen der Schienen stattfindende Temperatur bestimmt daher die zwischen den Stößen zulassenden Zwischenräume, und man bedient sich hierbei, um diese Räume überall gleich entsprechend groß zu machen, eines Stücks Eisenblech von der übereinstimmenden Dicke, welches während der Befestigung der Schienen auf ihr Unterlager zwischen die Stoßenden gehalten wird.

---

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1848.

Man kann annehmen, daß die höchste Temperatur im Sommer bei den in Süddeutschland bestehenden climatischen Verhältnissen in der Sonne bis auf 40 Grad steigt, während die tiefste Temperatur im Winter bis auf — 28 Grad fällt. Es tritt somit möglicherweise ein Temperaturunterschied von 68 Grad ein. Unter Null Grad Reaumur wird man selten das Geschäft des Schienenlegens betreiben, und man wird sich daher in der Ausführung höchstens dreier Eisenbleche von verschiedener Dicke bedienen, eines für die mittlere Temperatur von 0 bis 10° mit 3,2 Millimtr. oder 1,06 bad. Linien Dicke, das 2te für die mittlere Temperatur von 10 bis 20° mit 2,3 Millimtr. oder 0,76 Linien Dicke, das 3te für die mittlere Temperatur von 20 bis 30° von 1,3 Millimtr. oder 0,433 Linien Dicke.

Sollte während des Legens der Schienen die hohe Temperatur zwischen 30 und 40 Grad eintreten, so würde man die Schienen satt aneinander stoßen.

Die Enden der Schienen wurden früher häufig schräge unter einem Winkel von 45° abgeschnitten oder überplattet, um einen allmäligen Uebergang von einer Schiene auf die andere zu gewinnen. Bei sorgfältiger Befestigung der Schienenenden auf ihre Unterlager und unter sich kann der rechtwinkliche stumpfe Abschnitt der Schienenenden um so eher ohne Bedenken zugelassen werden, als die erstere Methode jedenfalls das Nachtheilige hat, daß der spitze Winkel, welcher sich bei dem schrägen Schnitte ergibt, durch die Wagenräder leicht beschädigt wird, und man fast allerwärts die Laschenverbindung an den Stößen einführt, wodurch der Schienenstrang an allen Punkten die gleiche Festigkeit und Tragkraft erhält, sodann aber auch als die Kosten der Schienen selbst dadurch um etwas vermindert werden.

Wir gehen nun zu dem eigentlichen Geleisebau einer Bahn über.

§. 49.

Oberbau mit unterbrochener Unterstützung der Schienen.

Es wurde bereits bemerkt, daß das charakteristische Merkmal dieses Systems darin bestehe, daß in gewissen Entfernungen von einander Unterlagen, seien sie von Stein oder Holz, angebracht werden, auf welchen sich entweder die Zwischenmittel für die Befestigung der Schienen, die sog. Stühle (Chairs) befinden, oder auf denen die Schienen unmittelbar befestigt sind. Das letztere geschieht in der Regel bei breitbasigen Schienen, das erstere bei den einfachen T Schienen oder Doppelparallelschienen.

Die erwähnten Unterlagen können nun entweder unter jedem der beiden zusammengehörigen Schienenstränge so angebracht sein, daß sie von einander ganz und gar unabhängig sind, d. h. sie können isolirte Unterstützungspunkte bilden, oder sie können jeweils im Querprofil der Bahn ein gemeinschaftliches Auflager für die Schienen eines Geleises bilden. In dem ersten Falle wählt man in der Regel Quaderstücke und befestigt darauf die Schienen mit Hülfe gußeiserner Lagerstühle; in dem letztern Falle aber hölzerne Querschwellen, auf die sodann die Schienen wiederum mittelst der Stühle, oder unmittelbar mit ihren Fuß-

platten befestigt werden können. In beiden Fällen müssen aber die Schienen eine solche Stärke haben, daß sie die Lasten der Locomotive und Wagen, ohne sich merklich zu biegen, tragen können. Wir wollen nun zunächst die verschiedenen Unterlagsmethoden der Reihe nach betrachten.

§. 50.

Steine zur Unterstützung der Schienen.

Die Tauglichkeit der Steine als Unterlagen für die Bahnschienen hängt von ihrer Größe und Festigkeit ab. Die größtmögliche Dichtigkeit und eine Härte, welche deren Bearbeitung ohne allzu bedeutende Kosten zuläßt, macht dieselben empfehlenswerth. Ein solcher Stein, welcher auch in der Regel die Anwendung eines gußeisernen Lagerstuhls nöthig macht, um die Schiene solid befestigen zu können, erhält meistens einen körperlichen Inhalt von 4 — 5 Kubikfuß oder 0·108 bis 0·135 Kubikmeter. Derselbe ist parallelepipedisch gewöhnlich 0·3 Mtr. hoch, und 0·6 Mtr. im Gevierte messend, durchaus nur aus dem Groben bearbeitet und nur der Theil der Oberfläche, welcher zum Lager des darauf zu befestigenden Stuhls dienen soll, wird völlig geebnet und darauf 2 Löcher zur Befestigung desselben, genau correspondirend mit den Löchern in der Bodenplatte des Stuhls, mittelst eines Bohrers gebohrt. Diese Löcher werden 0·15 Mtr. tief und 0·03 Mtr. weit. Fig. 1, 2, 3 Taf. XI.

Die angegebene Größe der Auflagefläche ist aus der Erfahrung genommen, und genügt fast für alle Verhältnisse. Kleinere Steine werden zu leicht durch die Lasten und durch das Eintreiben der Holzdübel zersprengt; größere Steine dagegen erschweren die Regulirungsarbeiten einer Bahn außerordentlich.

Größe der Auflagefläche, Entfernungen der Stützpunkte und Tragkraft der Schienen stehen in einem gewissen Verhältniß zu einander, und man kann für dieses Verhältniß keine Ziffern angeben, muß sich vielmehr begnügen, das als zweckmäßig anerkannte Bestehende nachzuahmen.

§. 51.

Legen der Steine.

Die Steine, welche die Schienenunterlage bilden sollen, werden nicht unmittelbar in den Erdkörper der Bahn versenkt, sondern man gibt ihnen eine Art von Fundament, das aus einer Schicht gröblich zerschlagener Bruchsteine oder aus einem Steingestück, das mittelst Hand- oder Schwungrammen festgeschlagen wird, besteht.

Die Dicke dieses Steinfundaments richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit des Bahnkörpers, und wird gewöhnlich zwischen 0·15 Mtr. und 0·3 Mtr. stark gemacht, so daß der Frost keine nachtheilige Einwirkung auszuüben vermag. Die Fläche dieses Fundaments, worauf der Unterstützungsquader unmittelbar zu liegen kommt, wird in der Regel etwas größer gehalten als die Lagerfläche des letztern. Fig. 18, Taf. IX. Nachdem der Quader selbst aufgesetzt ist, wird er noch durch sein

eigenes Gewicht vollends so lange festgerammt, bis er die richtige Höhenlage angenommen hat. Man bedient sich hierbei gewöhnlich eines dreibeinigen Bockgestelles, indem man den Quader, auf welchem der gußeiserne Stuhl bereits befestigt ist, an den kürzern auf dem Boden ruhenden Hebelsarm anhängt, und mit dem längern Hebelsarm den Stein hebt und fallen läßt.

Nachdem sämmtliche Steinunterlagen für eine Bahnstrecke im Niveau der Bahn sind, wird die ganze Bahnkrone zwischen den Steinen mit Schotter, Kies oder Sand bis zur Höhe der obern Quaderflächen ausgefüllt und hauptsächlich in der Nähe der Steine möglichst festgestampft. Damit auch das Regenwasser gehörig aus dem Bahnkörper abziehe, ist es rathsam, in Entfernungen von 3 bis 4 Mtr. von den Quaderfundamenten ab nach den Seitengräben hin, Sickerdohlen anzulegen. Diese letztern bestehen aus grob geschlagenen Bruchsteinen, die eine Rinne von 0·18 bis 0·24 Mtr. Tiefe ausfüllen.

Die Entfernung der Steine von Mitte zu Mitte in der Richtung der Bahnstränge wechselt zwischen 0·9 und 1·2 Mtr. Kleinere Entfernungen sind deßhalb nicht zuläßig, weil das Unterschlagen der Steine bei den Regulirungsarbeiten allzu sehr erschwert würde; größere Entfernungen bedingen eine zu große Tragweite der Schienen, die daher übermäßig schwer gemacht werden müßten. Früher legte man die Quader mit zweien ihrer Seiten parallel zur Richtung der Schienen, wodurch eine Fläche des Steins von 0,18 □Mtr. den Seitenstößen der Wagen Widerstand leisten konnte. Dieß erschien jedoch in vielen Fällen als unzulänglich und man legte nun die Steine so, daß die Diagonalen derselben in der Bahnachse lagen, wodurch auch eine größere Stabilität gegen Umkanten erreicht wurde. Fig. 15. Demungeachtet konnte ein Seitwärtsschieben, und somit eine Spurerweiterung der Bahn nicht immer vermieden werden, und man hat deßhalb besonders unter den Schienenstößen Quaderstücke von solchen Abmessungen angewendet, daß sie nach der ganzen Geleisbreite reichten, somit die beiden gegenüberliegenden Schienenstränge an diesen Stellen ein gemeinschaftliches Unterlager erhielten.

Erwägt man aber die großen Kosten einer solchen Anordnung, besonders in Gegenden wo Steine theuer sind, ferner, daß ungeachtet einer solchen Maßnahme zwischen den Schienenenden eine Seitenverschiebung der übrigen isolirten Quaderblöcke eintreten kann, ferner, daß die Regulirung der Bahn in Bezug auf ihre Höhenlage und Alignement durch Heben und Unterschlagen dieser schweren Unterlagssteine schwierig und kostspielig ist, ferner, daß die Schienenstränge eines Geleises ganz unabhängig von einander auf dem Bahnkörper liegen und sich ungleich setzen und verschieben können, wodurch Seitenschwankungen der Wagen entstehen müssen, ferner, daß ohne ein Zwischenmittel nicht wohl eine Befestigung der Schienen auf die Quader zuläßig ist, endlich, daß durch Frost viele Steine zersprengt werden, so muß man eine große Unvollkommenheit in der Wahl steinerner Unterstützungen erblicken, und ihre Anwendung höchstens dort zweckmäßig nennen, wo die erwähnten Lagenveränderungen der Steine nicht leicht vorkommen können, nämlich in gewachsenem festem kiesigem oder steinigtem Boden, sowie dort, wo das Steinmaterial im Vergleich zu Holz in verhältnißmäßig

niedrigem Preise steht, und die Steine besonders gut und dauerhaft sind.

§. 52.

Hölzerne Querschwellen zur Unterstützung der Schienen.

Da bei allen Erdanschüttungen ein größeres oder geringeres Setzen des Oberbaues stattfindet, welches ein Nachfüllen von Kies oder Schotter unter die Unterlager der Schienen erfordert, und dieses Nachfüllen beziehungsweise Unterstopfen, namentlich bei Quaderuntersätzen beschwerlich und kostspielig ist, bei solchen Senkungen auch leicht der Parallelismus der Schienenstränge verloren geht, so hat man auch früher schon bei Dammanschüttungen statt der isolirten Quaderblöcke, hölzerne Schwellen angewendet, welche als gemeinschaftliches Unterlager für beide Schienenreihen dienten. Es wurden auf diese Schwellen die gußeisernen Lagerstühle für die Aufnahme der Schienen genagelt, da man die Schienen mit breiter Basis nicht kannte.

Diese Holzschwellen haben sich in vieler Beziehung besser bewährt wie die Quaderblöcke, und sind deßhalb bei allen neuern Bahnen angenommen worden. Man bedient sich hierzu vortheilhaft der besten und festesten Holzarten, insbesondere des Eichenholzes, da weiche Hölzer, wenn sie nicht vorher mit Eisen-, Kupfer- oder Zinkvitriol imprägnirt worden, bald verrotten, und die Nägel zum Befestigen der Stühle oder der Schienen ihren Halt verlieren.

Nach den gemachten Erfahrungen sollte eine Querschwelle 7 — 10 Zoll (0·21 — 0·3 Mtr.) breit, 5 bis 6 Zoll (0·15 — 0·18 Mtr.) hoch, und 7 — 8 Fuß (2·1 — 2·4 Mtr.) lang sein. Zuweilen werden die Schwellen aus nach der Länge durchsägten runden Stämmen von 0·27 — 0·36 Mtr. Durchmesser gebildet und nur entrindet. Diese halbrunden Schwellen haben jedenfalls den Vortheil, daß sie weniger Ankauf kosten wie kantig geschnittene splintfreie Hölzer, allein mit Berücksichtigung der Dauerzeit dürften letztere in finanzieller Hinsicht doch vorzuziehen sein, wenn man nicht eine Imprägnirung anzuwenden gedenkt, in welchem Falle es natürlich das beste ist, das wohlfeilste Holz einer Gegend, namentlich Forlenholz, zu dem erwähnten Zwecke anzukaufen.

Die Querschwellen werden gleichfalls wie die Quader nicht unmittelbar auf den Erdkörper der Bahn gelegt, sondern auf eine Bettung von Kies oder klein geschlagenen Bruchsteinen, oder auf ein sogen. Gestückfundament, um das Holz möglichst trocken zu legen und die Eindrücke der Schwellen in den Erdkörper zu beseitigen. Taf. IX, Fig. 1 bis 12.

Die Stärke der Bettung, in der die Schwellen liegen, wechselt von 0,5 bis 1 Fuß (0·15 — 0·3 Mtr.) und ist nur selten 1,5 — 2 Fuß (0·45 — 0·6 Mtr.), je nach der Beschaffenheit des Bettungsmaterials und des Bodens.

Die Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte sollte nicht über 4 bis 4 1/2 Fuß (1·2 — 1·35 Mtr.) betragen, und ist gewöhnlich 3 Fuß oder 0·9 Mtr. Doch legt man die Schwellen nicht immer gleich weit auseinander, sondern rückt sie gegen die Stoßenden etwas näher zusammen, um daselbst eine

größere Auflagefläche zu gewinnen; auch macht man die Stoßschwellen etwas breiter wie die Mittelschwellen und zwar 12 Zoll oder 0·36 Mtr.

Die Räume zwischen den Schwellen und deren Fundamente müssen wenigstens bis zur Oberfläche der Querschwellen mit reinem Kies oder Sand ausgefüllt werden, theils um das Trockenerhalten des Holzes möglichst zu begünstigen und theils um das Verschieben der Schwellen auf ihrem Lager zu erschweren. Eine leichte Ueberdeckung der Querschwellen mit dem Füllmaterial dürfte der Erhaltung des Holzes wegen immer zweckmäßig sein.

Wenn der Bahnkörper nicht an und für sich aus einer Masse besteht, welche das Regenwasser durchsickern läßt, so sind auch hier in Entfernungen von 3 bis 4 Mtr. sog. Sickerdohlen anzulegen.

§. 53.

Stühle von Gußeisen.

Diese gußeisernen Stühle verdanken ihre Erfindung der Anwendung der früher in Gebrauch gewesenen sog. Fischbauchschienen und wurden auch noch später, ja selbst in neuerer Zeit in sehr holzarmen Gegenden, wo nur der Quaderunterbau aus ökonomischen Gründen zuläßig war, bei den Parallelschienen beibehalten, um denselben als unmittelbare Träger und als Mittel zur Befestigung der Schienen auf die Quader zu dienen. Bei ihrer frühern Unentbehrlichkeit erhielten sie eine große Wichtigkeit und ihre Anwendung erstreckte sich auch auf solche Bahnen, bei denen der Unterbau aus hölzernen Schwellen bestund; sowohl in England wie in Frankreich ist das Stuhlsystem das vorherrschende und hat seine eifrigen Vertheidiger. Ihre Zweckmäßigkeit hängt von folgenden Bedingungen ab:

1) der Guß muß in jeder Beziehung vollkommen und aus dem besten Eisen gemacht werden;
2) die Bodenplatte und die darauf stehenden Seitenwände müssen eine hinreichende Stärke haben;
3) da wo die Stühle mit den Schienen in Berührung kommen, müssen sie genau an diese anschließen, damit die Schienenenden in gleiche unveränderliche Höhe zu liegen kommen;
4) die zu ihrer Befestigung auf den Unterlagern nöthigen Bodenplattenlöcher müssen alle genau von gleichem Durchmesser und nach unten hin etwas enger gebildet sein, um bei der Befestigung auf Quaderblöcken die Köpfe der hölzernen Pflöcke zum Eintreiben der Nägel aufzunehmen.

Keine der bis jetzt angewendeten Formen hat vollkommen befriedigende Resultate geliefert. Von den Formen Fig. 1 bis 12, Taf. X. und Fig. 1 bis 7, Taf. XI. möchte die auf der Potsdam-Magdeburg-Bahn gewählte Form, Fig. 5, 6, 7, Taf. XI. die beste sein.

Die sog. Zwischenstühle sind in der Regel 10—12 Kilog. schwer, die Stoßstühle sind etwas breiter und wiegen 15—17 Kilogr. Was die Befestigung der Stühle auf die Stein- oder Holzunterlager betrifft, so wird dieselbe bei den ersteren gewöhnlich folgendermaßen bewirkt. Nachdem die bereits erwähnten Löcher

der Quaderunterlager gleichliegend mit denen in den Bodenplatten der eisernen Schienenstühle gebohrt sind, wird auf den Boden eines solchen Loches ein hölzernes Keilchen eingesetzt und das Loch selbst mit einem eichenen wohl getheerten Pflocke ausgefüllt, welcher am untern Ende etwas aufgespalten ist, beim Eintreiben auf dem Keile sich ausbreitet und sodann in dem Loche vollkommen festsitzt. Dieser Pflock reicht so viel über den Stein hervor, daß er die Lochöffnung des darauf zu setzenden Stuhles bis zum obern Rande ausfüllt, durch welche Verlängerung der Stuhl bedeutend fester erhalten wird. Die eigentliche Niederhaltung der Stühle auf den Steinen geschieht durch das darauf folgende Einschlagen geschmiedeter 0·13 Mtr. langer und 0·012 Mtr. starker Nägel, deren Köpfe über sämmtliche Holztheile des Pflocks hinwegragen und somit das Eindringen von Nässe verhindern. Fig. 1 und 3, Taf. XI. Dieses Eintreiben der Pflöcke und Nägel sprengt zuweilen die Quader, weßhalb man vorsichtig zu Werke gehen und nur gute harte und dabei zähe Steine wählen muß.

Die unmittelbare Berührung des Steins mit dem Stuhle ist möglichst zu vermeiden, indem sie das Sprengen der Steine und Stühle herbeiführt und die in Folge des harten und unelastischen Auflagers erzeugten Erschütterungen alle Fahrzeuge stark angreifen und abnutzen, zugleich aber auch das Fahren für die Passagiere weniger angenehm macht. Zur möglichsten Verminderung dieses Uebelstandes legt man entweder ein Brettchen von dauerhaftem Holz, 6 bis 9 Millim. dick, oder in Theer getränkten Filz zwischen Stein und Stuhl.

Das Befestigen der Stühle auf Querschwellen geschieht auf ähnliche Weise mit Holzdübeln und Nägeln oder mit letztern allein, wie Fig. 5, Taf. XI. zeigt; die erstere Methode dürfte insofern den Vorzug verdienen, als nicht immer die Nägel die Löcher der Stuhlplatten vollständig ausfüllen, wodurch mancherlei Mißstände entstehen können.

§. 54.

Befestigen der Schienen in die Lagerstühle.

Die in diesem sog. Stuhlsystem nothwendig vorherrschende Beachtung der richtigen Verbindung von Schienen und Stühle zu einem Ganzen, führte mannigfache Constructionsweisen herbei, die mehr oder minder dem Zwecke entsprechen, jedoch meistens zu complicirt sind, um durchaus empfohlen werden zu können. Hieher gehört z. B. die Verbindung Fig. 1, Taf. X.

Wir werden hier nur diejenigen Verbindungsweisen herausheben, welche bei Einfachheit am meisten den Anforderungen entsprechen. Da, wie wir gesehen haben, der Temperaturwechsel eine Längenveränderung der Schienen bewirkt, so muß auch eine solche Befestigungsweise der Schienen in den Stühlen angewendet werden, welche diese Veränderungen gestattet. Eine feste Verbindung mit Schraubenbolzen ist demnach nicht zuläßig und man hat ein einfacheres und gleichzeitig besseres, wenn auch nicht vollkommenes Mittel in der Anwendung der Keile gefunden. Diese Keile sind entweder von Eisen oder von Holz.

Die durch schmiedeiserne Keile bewirkte Verbindung ist immerhin etwas unvollkommen zu nennen, da die Erfahrung zeigte, daß es schwierig ist, der-

gleichen Keile dauernd festliegend zu erhalten, indem sie durch den Temperaturwechsel und durch die Erschütterungen des Fahrens allzu leicht losgerüttelt werden und so ein immerwährendes Nachtreiben erfordern, wodurch nicht selten das Zerspringen eines Stuhls, besonders im Winter, wo das Eisen spröder ist, herbeigeführt wird.

Die hölzernen Keile sind von gut ausgetrocknetem Eichenholze, gewöhnlich noch unmittelbar vor ihrer Anwendung unter einer hydraulischen Presse möglichst verdichtet. Sie sind wie die eisernen Keile 0·18—0·21 Mtr. lang, 0·045 bis 0·06 Mtr. hoch und im Mittel 0·03 bis 0·045 Mtr. dick. Fig. 1, 2, 3, 5, Taf. XI. und Fig. 3—11, Taf. X. Durch die Anwendung völlig ausgetrockneten Holzes, sowie der erwähnten Verdichtungsmethode, kommt allerdings das Nachtreiben der Keile weniger vor; allein hier tritt der Umstand ein, daß das Holz bei feuchter und nasser Witterung aufquillt und nicht selten die Seitenwände der Stühle absprengt. Immerhin aber darf der Holzkeil dem schmiedeisernen Keil schon deßhalb vorgezogen werden, weil das Holz eine elastische Zwischenlage zwischen Stuhl und Schiene bildet und dadurch der Lärm beim Fahren vermindert und das Betriebsmaterial geschont wird.

Ein Hauptnachtheil, den die Keilbefestigung hat, besteht darin, daß die Schienenenden nicht kräftig genug in den Stühlen niedergehalten werden und daß durch sie das Verschieben der Schienen ihrer Länge nach, veranlaßt durch den Schub der Wagenzüge, nicht genügend gesichert erscheint, wodurch streckenweise große Zwischenräume zwischen den Schienenenden entstehen können, welche heftige Stöße veranlassen. Man hat diesen Nachtheil in neuerer Zeit dadurch zu beseitigen gesucht (Taunus-Bahn), daß man die Schienen an den Stößen durch Seitenlaschen vereinigte. Fig. 1, 2, 3, 4, Taf. XI.

In England hat man die Keile meist auf der äußern Seite der Schienenstränge angebracht, um dadurch die Wirkung der Seitenstöße gegen die äußern Stuhlwände zu mindern; es hat indeß diese Anordnung insofern etwas Unsicheres und Gefährliches, als möglicherweise durch das Lockerwerden eines oder mehrerer Keile eine Spurerweiterung eintreten kann. Auf der innern Seite der Schienenstränge kann ein solches Lockerwerden der Keile weniger schaden, da eintretenden Falles die Schiene immer noch eine Stütze an der äußern Stuhlwand hat, und es dürfte deßhalb mit Rücksicht auf die Sicherheit der Reisenden diese letztere Anordnung den Vorzug erhalten. Welche Anordnung aber auch gewählt werden mag, so sind doch niemals die Keile alle nach einer Richtung hin einzuschlagen, indem dadurch eine Längenverschiebung der Schienen viel leichter eintreten würde, als in dem Falle, wenn die Keile abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung gehen.

Sowohl bei der königl. preuß. Saarbrücker Staatsbahn, wie bei der Stargard-Posener Bahn sind die breitbasigen Vignoles-Schienen an den Stößen in Stühle eingelegt. Die Keile, welche bei der einen Bahn außen, bei der andern innen liegen, sind doppelt, und lassen sich mit einem eisernen Schraubenbolzen gegeneinander ziehen. Fig. 11, Taf. X. Die Vortheile dieser Anordnung dürften hauptsächlich darin liegen, daß die Keile, wenn sie einmal angezogen sind, nicht mehr so locker werden können, daß eine gefährliche Spurerweiterung eintritt, so-

dann daß ein Eintreiben der Keile mit dem Hammer, wodurch leicht die Ecken der Backen abgeschlagen werden, vermieden, und dabei wegen der entgegengesetzten Richtung der Keile jedwede Längenverschiebung der Schienen verhindert wird.

§. 55.

Schlußbemerkungen über das Stuhlsystem.

Nachdem in dem Vorhergehenden alle einzelnen Theile dieses Constructionssystems erörtert worden sind, wollen wir in Folgendem nochmal in gedrängter Kürze die Mängel desselben anführen.

1) Der Parallelismus der beiden Schienenstränge als Hauptbedingung eines guten Oberbaues ist bei Anwendung isolirter Quaderblöcke nicht gesichert.
2) Die Regulirung des Alignements und der Höhenlage der Schienenstränge ist bei eingetretenen Abweichungen, wenn das System isolirte Quaderunterstützungen hat, äußerst zeitraubend und kostspielig.
3) Durch das Eintreiben der Holzpflöcke und Stuhlnägel, sowie durch die Einwirkung des Frostes und der Erschütterungen durch die Lasten, ist erfahrungsgemäß der Abgang der Quaderuntersätze sehr bedeutend und es wird dadurch das Unterhaltungsgeschäft der Bahn kostspielig.
4) Das harte Unterlager der Steine und Stühle veranlaßt eine größere Abnutzung an den Schienen und Fahrzeugen und ein unangenehmeres Geräusch für die Reisenden, als das Holzunterlager.
5) Die gußeisernen Stühle vertheuern das Anlagekapital der Bahn, verursachen durch das häufige Zerspringen derselben große Unterhaltungskosten und gefährden hierdurch die Sicherheit der Fahrten.
6) Die Befestigung der Schienen in die Stühle ist eine unvollkommene, indem durch die Keile ein Längenverschieben der Schienen nicht vollkommen beseitigt, und ein genügendes Niederhalten der Schienenenden nicht bewirkt werden kann. Das Lockerwerden der Keile durch Temperaturwechsel und durch die Erschütterungen der Züge erfordert große Aufmerksamkeit in der Unterhaltung, beziehungsweise ein *ständiges* Nachtreiben dieser Keile.

Aus diesem geht hervor, daß *das Stuhlsystem mit Anwendung hölzerner Unterlagsschwellen jedenfalls den Vorzug vor dem Stuhlsystem mit steinernen Untersätzen verdient, und man sich nur dann zu dem einen oder andern System entschließen könnte, wenn es nichts Besseres gäbe.*

§. 56.

Oberbau mit unterbrochener Unterstützung der Schienen ohne Anwendung der Stühle.

Die erwähnten Unvollkommenheiten, welche die Anwendung der gußeisernen Stühle mit ihren Steinunterlagen besitzen, führten zunächst auf den Gedanken, eine Schienenform zu construiren, bei welcher die Schienen sowohl eine unmittel-

bare Verbindung mit den Unterlagen als unter sich zulassen und nebenbei, bei gleicher Tragfähigkeit mit den Stuhlschienen keine größeren Kosten veranlassen.

Wir haben bereits in dem §. 46 bemerkt, daß allerdings solche Formen zulässig sind und daß, wenn das Kapital, welches die Anschaffung der gußeisernen Stühle in Anspruch nimmt, auf die Formirung einer Fußplatte und Verstärkung der Stehrippe verwendet wird, sogar Schienen von größerer Steifigkeit und Tragfähigkeit gewonnen werden können. Es sind die Vignoles- und Brück-Schienen durchaus geeignet, unmittelbar mit ihren Unterlagern verbunden zu werden. Die Befestigung dieser Schienen auf die letzteren geschieht mittelst der sog. Hackenkloben, welche bis jetzt für alle breitbasigen Schienen die ausgedehnteste Anwendung gefunden haben. Diese Kloben werden zu beiden Seiten der Schienenfüße etwas verschränkt in die hölzernen Querschwellen so eingeschlagen, daß die Nase des Klobens den Fuß faßt und auf die Schwelle niederdrückt; um das Sprengen der Hölzer möglichst zu vermeiden, ist es vortheilhaft, den Leib des Hackenklobens nicht keilförmig oder pyramidalisch, sondern parallelepipedisch zu formen und mit einem breiten meiselförmigen Ende zu versehen, Fig. 8a, Taf. XI., welches die Fasern der Unterlagsschwelle beim Eintreiben quer durchschneidet und somit ein Auseinandertreiben derselben verhindert; insbesondere ist dieß bei den Querschwellen von Wichtigkeit, bei welchen diese Kloben nicht sehr entfernt von den Enden eingetrieben werden müssen. Bei Langschwellenunterlagen tritt ein Spalten weniger ein, wenn selbst die Kloben pyramidalisch zugespitzt sind.

Der Kopf des Hackenklobens ist entweder etwas keilförmig oder hat 2 hervorstehende Backen, um das Herausziehen desselben zu erleichtern; die Dimensionen derselben sind gewöhnlich: Länge 0·15 Mtr., Stärke der Leibung 0·015 Mtr. im Quadrat, Kopflänge 0·033 Mtr., obere Kopfstärke 0·021 Mtr. Die Anwendung von Holzschrauben, welche durch die Fußplatten und in die Unterlagsschwellen eingeschraubt werden, hat sich nicht bewährt. Dagegen hat man in neuerer Zeit sog. Schraubennägel, Fig. 17b, Taf. XI., mit Erfolg bei weichern Holzarten angewendet, um die Schienenenden gegen die Unterlagen niederzuhalten. Der einzige Nachtheil der Schraubennägel ist der, daß sie, wenn der Kopf abgebrochen, nur schwer herausgezogen werden können.

Um das Längenverschieben der einzelnen Schienen auf ihren Unterlagern zu verhindern, werden die Fußplatten der Schienen an einzelnen Stellen, wo die Hackenkloben eingeschlagen werden, nur mit Auskerbungen so versehen, daß die Kloben mit der halben Stärke der Leibung in die Fußplatten eingreifen; die Länge einer solchen Kerbe muß aber um die mögliche Längenänderung einer Schiene größer gemacht werden, als die Stärke der Klobenleibung in der Richtung der Bahnachse. Findet die Auskerbung der Schienenfüße in der halben Länge der Schienen statt, dann ist sie genau so weit zu machen, als der Kloben stark ist.

Zuweilen hat man die Auskerbungen ganz weggelassen und dafür an den gußeisernen Unterlagsplättchen der Schienenstöße hervorragende Dreiecke angegossen, gegen welche sich die abgekanteten Schienenfüße anstemmten. (Main-Neckarbahn Fig. 26, Taf. X.)

Eine Hauptfrage bei diesem System wird aber die sein: ob die eben bezeichnete Befestigungsweise mittelst der Hackennägel auch an den Schienenstößen genügende Sicherheit darbietet und sich die beiden Schienenenden jederzeit in gleicher Höhen- und Seitenlage befinden werden? Diese Frage ist auf den Grund vorliegender Erfahrungen zu verneinen, denn die konischen Radkränze der Wagenräder veranlassen mitunter Seitenpressungen auf die Schienenstränge, während die Lasten auf den Schienen die Schienenenden durch Eindringen des freitragenden Schienentheils zu heben suchen. Die Hackennägel nur durch die Reibung und Zwängung im Holz der Unterlagsschwellen gehalten, können diesen Einwirkungen auf die Dauer nicht widerstehen und es ist somit eine innigere Vereinigung der zusammenstoßenden Schienenenden unter sich absolutes Bedürfniß. Die Schienenenden dürfen sich weder heben noch eindrücken, noch nach der Seite verschieben, dieß ist die Grundbedingung, welche an die Construction der Schienenbefestigung und Schienenverbindung gestellt werden muß.

Man hat diese Bedingung auf mehrfache Weise zu erfüllen gesucht und fand zuletzt, daß die solideste Construction auch die zweckmäßigste und für die Bahnunterhaltung ökonomisch vortheilhafteste sei. Für die Brückschienenform hat sich die Stoßverbindung Fig. 11, Taf. XI. am besten bewährt; gewalzte Unterlagsplatten, Deckplättchen und Schraubenbolzen sind die Befestigungsmittel. Weniger solid ist die Stoßverbindung auf der Magdeburg-Halle-Leipziger-Bahn, Fig. 10a. Bei der Vignoles-Schiene ist die Seitenverbindung mit gewalzten Backenstücken oder Laschen die zweckmäßigste. Die Fig. 14, 15, 16, 17 zeigen die Stoßverbindung bei der neuen bad. Bahn. Die 0·54 Mtr. langen und 0·0144 Mtr. starken Laschen werden durch 4 Bolzen von 0·021 Mtr. Stärke zusammengehalten und es sind die Bolzenlöcher in denselben oval wegen der Ausdehnung der Schienenstränge. Andere Laschenverbindungen sind noch aus den Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 27 und 35, Taf. X. und 1, 2, 3, 4, 12, 13, Taf. XI. ersichtlich. Grundbedingung bei allen Laschenverbindungen ist, daß die Laschen gut an die Schienen angepaßt werden, damit sie ohne Zuthun der Schraubenbolzen, die nur eine Pressung zu bewirken haben, die sie treffende Belastung zu tragen im Stande sind. Besonders bemerkenswerth ist die Stoßverbindung der Lübeck-Büchener-Bahn; es befindet sich nur auf einer Seite eine starke Lasche, welche mit 4 Schraubenbolzen an die Schienenenden befestigt ist. Fig. 20, Taf. X. Zuweilen sind auch die Laschen in den Winkel gebogen, wie bei der königl. preuß. Westphälischen Staatsbahn; sie dienen in dem Falle den Stuhlschienen an den Stößen zur Verbindung unter sich und mit den Querschwellen. Fig. 25, Taf. X.

Th. Weishaupt hat auf Veranlassung des königl. Ministeriums für Handel ꝛc. zu Berlin Versuche mit Laschenverbindungen verschiedener Bahnen angestellt. Die Schienen wurden auf 3′ frei auf 2 Stützen gelegt, so daß die Laschenverbindung in die Mitte. kam. Bei der Laschenverbindung der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn trat bei 120 Ctnr. eine Biegung von 0·58 Zoll ein, der Bruch erfolgte bei 130 Centner.

Bei der Laschenverbindung der Ostbahn erfolgte bei einer Belastung von 76,4 Ctnr. eine Biegung von 0·51 Zoll, und bei der Belastung von 85,4 Ctnr. der Bruch.

Bei der Lübeck-Büchener Bahn war erst bei einer Last von 229 Ctnr. eine Biegung von 1" und der Bruch erfolgte bei 298 Ctnr.

Bei der Westphälischen Eisenbahn, welche Winkellaschen hat, trat bei einer Belastung von 229 Ctnr. eine Biegung von 1,98 Zoll ein; erst bei 247 Ctnr. Belastung brachen die Schraubenbolzen. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Laschenverbindung so stark gemacht werden kann, wie wenn die Schiene aus einem Stück bestünde; sie darf darum auch als die wichtigste Verbesserung angesehen werden, welche in den letzten Jahren an dem Oberbau der Eisenbahnen angebracht wurde.

Im Allgemeinen entnehmen wir aber aus dem Mitgetheilten, daß bei Annahme der breitbasigen Schienen (Vignoles) und Wahl hölzerner Unterlagsquerschwellen, fast alle Mängel, welche bei dem Stuhlsystem angeführt wurden, auf höchst einfache Weise beseitigt werden können und daß also dieses System des Oberbaues den Vorzug vor dem Stuhlsystem verdient. Daß es auch in der That ein sehr empfehlungswerthes ist, geht schon daraus hervor, daß es bei den meisten neuern Bahnen Deutschlands bereits Anwendung gefunden hat. Taf. X.

§. 57.

Oberbau mit ununterbrochener Unterstützung der Schienen.

Ebenso wie bei den oben beschriebenen Constructionssystemen können auch bei diesem System die fortlaufenden Schienenunterstützungen entweder von Holz oder Stein sein.

Denken wir uns die Unterstützungen der vorher behandelten Systeme einander so nahe gerückt, daß sie sich gegenseitig berühren, so erhalten wir bei Annahme der Quaderunterstützungen eine fortlaufende Mauer unter den Schienen, und bei Annahme der Querschwellen eine Balkenunterlage, die sich auf die ganze Länge der Bahn erstreckt. Daß in diesen beiden Fällen die Größe der Auflageflächen ein Maximum wird, und daß alsdann der Oberbau der Bahn die größte Solidität in Beziehung auf Längenveränderung der Schienenstränge erhalten müßte, ist klar.

Wie bei den Systemen mit theilweiser Quader-Unterstützung, so haben auch hier die fortlaufenden Mauerwände große Mängel, indem die Fahrzeuge wegen der harten Unterlage noch mehr leiden, die Kosten der ersten Anlage sehr groß und die der Unterhaltung bedeutend schwierig würden. Die Erfahrung hat dieß hinlänglich bei der Bahn von Manchester nach Bolton gelehrt und es muß das System mit zusammenhängenden steinernen Unterstützungen, auf denen die Schienen ihrer ganzen Länge nach aufliegen, von vornherein verworfen werden.

Eine gewisse Elasticität des Schienenstrangs oder eine *gewisse elastische Unterlage der Schienen ist und bleibt eine nothwendige Bedingung für die Erhaltung einer guten Bahn und ihrer Betriebsmittel*, wir wollen daher das System mit zusammenhängenden hölzernen Schwellen näher betrachten.

Es ist einleuchtend, daß es nicht zweckmäßig sein kann, die ununterbrochene Unterstützung auf die oben erwähnte Art mit hart aneinander gelegten Quer-

schwellen zu erzielen; dann abgesehen von den großen Kosten der Anlage, wäre es nicht allein unmöglich, die einzelnen Hölzer, im Falle Senkungen eingetreten sind, allerwärts unter ihren Lagerflächen zu unterstopfen, sondern es müßte auch das Holzwerk in kurzer Zeit faulen, da eine Austrocknung der Lager- und Stoßflächen nur äußerst schwer und langsam erfolgen könnte.

Da nun offenbar auch die Größe der Auflagefläche der Unterstützungen ohne Noth übermäßig groß gehalten wäre, indem erfahrungsgemäß keine größere Auflagefläche als 3,24 bis 3,6 □Mtr. auf 4,5 Mtr. Geleislänge erforderlich ist, so können wir uns einen Theil der oben erwähnten Balkenlage und zwar zunächst denjenigen zwischen den Schienensträngen herausgenommen denken, und statt beiden übrigbleibenden Reihen von Querschwellenstücken, Längenhölzer in Gedanken substituiren und erhalten somit das Langschwellensystem.

Wenn der Erdkörper der Bahn nach den aufgestellten Regeln vollendet ist, geschieht die Anordnung der Fundamente für die Langschwellen ganz in ähnlicher Weise wie bei dem Querschwellensystem; es werden nämlich entweder zwei voneinander getrennte Reihen Schotter-, Kies- oder Gestückfundamente von mindestens 0·9 Mtr. Breite und 0·2 bis 0·3 Mtr. Dicke, je nach der Beschaffenheit des Planums, oder bei Ueberfluß von Steinmaterial, eine Schotter- oder Gestücklage nach der ganzen Breite des Geleises gebildet, damit ein Eindrücken der Schwellen in den durchnäßten Erdkörper nicht so leicht stattfinden und das Holz möglichst trocken erhalten werden kann. Taf. IX. Der Parallelismus der Langschwellen wird entweder durch Querschwellen oder schmiedeiserne Bolzen gesichert. Je nach der Festigkeit des Unterbaues einer Bahn wechseln bei diesem System die Breiten der einzelnen Langschwellen zwischen 0·24 und 0·3 Mtr., die Dicken zwischen 0·18 und 0·21 Mtr. und die Längen je nach der Holzart, zwischen 3 und 9 Mtr.

Eichenholz dürfte im Allgemeinen seiner größern Dauer wegen dem Forlenholz vorzuziehen sein; in Gegenden aber, wo das erstere verhältnißmäßig zu hoch im Preise steht, wähle man die nächst beste Holzart, unterlasse aber nicht die Schwellen auf eine oder die andere Art zu imprägniren. Auch bei den eichenen Langschwellen ist es rathsam, sie vor der Verwendung wenigstens einige Zeit in das Wasser zu legen, auszulaugen und wieder zu trocknen, damit sie sich nicht so leicht verziehen und windisch werden; auch soll nur möglichst splintfreies Holz zur Verwendung kommen.

Wie schon erwähnt, erfordert es schon die Erhaltung der Parallelität der Schienenstränge, daß die Langschwellen noch auf irgend eine Art zusammen- und von Strecke zu Strecke auf ihre Fundamente niedergehalten werden. Dieß kann nun geschehen:

1) Indem man in gewissen Entfernungen unter den Langschwellen größere Quaderstücke in den Bahnkörper versenkt und erstere darauf verdübelt.
2) Indem man in gewissen Abständen unmittelbar unter den Längenträgern Querschwellen nach der Breite des Geleises anbringt und sodann auf diese die ersteren befestigt.

3) Indem man außer den Quaderuntersätzen noch schmiedeiserne Verbindungsbolzen oder Querschwellen anbringt.

Die erstere Methode hat den Vortheil, daß der Verbrauch des vergänglichen Holzes auf ein Minimum beschränkt bleibt, allein der Parallelismus ist nicht vollkommen gesichert und die Regulirungsarbeiten der Bahn werden schwierig und kostspielig; es treten hier ähnliche Verhältnisse ein, wie wir sie bei den isolirten Unterstützungen der Schienen durch einzelne Quaderstücke erwähnt haben. Diese Art der Langschwellenunterstützung kann demnach auch nur dort empfohlen werden, wo Steine im Allgemeinen wohlfeil, dagegen Holz sehr theuer, und wo die Beschaffenheit und Lage des Bahnkörpers der Art ist, daß voraussichtlich Senkungen nicht wohl vorkommen können.

Die finanziellen Vortheile stellen sich mit Rücksicht der Dauerzeiten so ziemlich gleich, wenn die Anschaffung zweier Quader ungefähr das 2½fache der Anschaffung einer eichenen Querschwelle beträgt.

Die Anwendung der Querschwellen sichert dagegen den Parallelismus der Schienenstränge vollständig, die Regulirungsarbeiten der Bahn sind nicht so schwierig und zeitraubend, und sie können sowohl bei Aufschüttungen wie bei Einschnitten zur Firirung und gegenseitigen Verspannung der Langschwellen dienen.

Es können auch Fälle eintreten, wo die 3te Anordnung, nämlich Quader in Verbindung mit Querschwellen oder eisernen Bolzen zur Erhaltung des Parallelismus, Anwendung findet, insbesondere dort, wo weder an Steinen, noch an Holz Ueberfluß ist, und man voraussichtlich die Preise bedeutend steigern würde, wenn man ausschließlich nur das eine oder andere Material zum Bahnbau zulassen wollte. Natürlich wird man nur bei gleichzeitiger Anwendung von Holz und Steinen, die letzteren bei Einschnitten und an solchen Orten zulassen, wo sie auf den festen gewachsenen Boden zu liegen kommen. Hier können denn auch die Zwischenquerschwellen durch schmiedeiserne Bolzen ersetzt werden, wodurch der Parallelismus ebenfalls gesichert, aber ungleiche Senkungen der Schienenstränge nicht vollständig vermieden sind. Da auch die Quaderuntersätze bei der Anwendung von Bolzen näher zusammengerückt werden müssen, wie bei Anwendung von Querschwellen, so dürfte dieses System selten öconomisch gerechtfertigt erscheinen.

Was nun die Dimensionen der zum Firiren der Langschwellen erforderlichen Quader und Querschwellen betrifft, so gibt uns die Erfahrung folgende bewährte Abmessungen für dieselben:

Die Quader genügen mit 0·6 Mtr. im Gevierte bei 0·3 Mtr. Höhe; sie werden am besten so in den Bahnkörper versenkt, daß die Diagonalen in die Richtung der Schienenstränge fallen. Sie ruhen gleichfalls auf einer Schotter- oder Gestücklage und können ohne Anstand von Mitte zu Mitte 1·5 Mtr. von einander entfernt werden.

Die Querschwellen genügen mit 0·24 Mtr. Breite und 0·12 bis 0·15 Mtr. Dicke, sowie einer Länge von 2·4 Mtr. Für diejenigen Schwellen, worauf die Langschwellenenden zu liegen kommen, wählt man gewöhnlich eine etwas größere Breite, nämlich 0·36 Mtr. Die Entfernungen der Querschwellen sind ebenfalls von Mitte zu Mitte 1·5 Mtr.

Die Befestigung der Langschwellen auf die Quader oder Querschwellen geschieht in der Regel mittelst Dübeln von Eichenholz, die 0·3 Mtr. lang und 0·036 Mtr. stark sind. Fig. 8, 9, 11, 12, Taf. XI.

Wenn nun auf diese Art der Oberbau vollendet ist, so erfolgt die Befestigung der Schienen auf die Langschwellen. Diese geschieht am besten in gleicher Weise wie bei dem Querschwellensystem, nämlich mittelst Hackenkloben, die in Abständen von 0·75 bis 0·9 Mtr. zur Seite der Schienenfüße in das Holz eingeschlagen werden und mittelst ihrer Hacken dieselben niederhalten, Fig. 10, Taf. XI.; auch die Schienenstöße werden in ganz gleicher Weise durch Unterlagsplatten oder durch Seitenlaschen, je nach der Schienenform, gesichert, wie dieß früher mitgetheilt wurde. Fig. 8 und 11, Taf. XI. und 13, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 34, Taf. X.

Die Räume zwischen den Schwellen werden bis zur Oberfläche derselben mit Kies oder grobem Sand in der Art ausgefüllt, daß die Schwellen selbst frei liegen, damit sie leichter trocknen. Die Nachtheile, welche mehrere Ingenieure von Ruf diesem Langschwellensystem zuschreiben, sind folgende:

1) Die Langschwellen werfen sich gerne nach verschiedenen Richtungen, die Schienen liegen dadurch ungleich auf, die Nägel werden leicht abgebrochen und locker, die Geleise verändern sich sowohl durch das Verziehen des Holzes, als auch weil die auf den Querschwellen oder Quaderuntersätzen aufgedübelten Langschwellen ein Bestreben haben nach außen umzukanten; durch eine solche Geleiseveränderung entstehen Stöße, welche nachtheilig auf den Oberbau der Bahn und das Betriebsmaterial einwirken; auch ist der Holzaufwand bedeutend größer als bei dem freitragenden System.
2) Die Langschwellen bilden förmliche Fangdämme, welche den Abfluß des Regenwassers verhindern, den Erdkörper der Bahn erweichen und somit Senkungen des Oberbaues herbeiführen.
3) Die Reparatur- und Regulirungsarbeiten sind viel schwieriger und kostspieliger, als bei dem Querschwellensystem und die Verbindung der Langschwellen mit ihren Unterlagern nicht solid genug.

Alle diese Bemängelungen dürften allerdings eintreten, wenn die Construction des Oberbaues selbst nicht zweckmäßig entworfen und überdieß unsolid ausgeführt worden ist. Das angeführte Werfen der Langschwellen kann, wenn Eichenholz gewählt wird, durch längeres Auslaugen der Hölzer im Wasser, durch einen entsprechenden Querschnitt und richtige Längenabmessung der einzelnen Schwellen sehr vermindert und durch zweckmäßige Befestigung auf ihre Unterlagsstücke gänzlich unschädlich gemacht werden.

Nadelhölzer werfen sich fast gar nicht, und können schon durch das Anheften auf ihre Unterlager in ihrer ursprünglichen Lage erhalten werden. Ein Lockerwerden oder gar Abbrechen der Hackennägel ist nur denkbar, wenn die Langschwellen und Schienen beim Darüberrollen der Lasten sich biegen können. Dieses soll und darf aber niemals stattfinden und kann durch einen soliden Unterbau und entsprechend starke Schienen vermieden werden.

Eine Spurveränderung durch Umkanten der Langschwellen könnte nur bei unzweckmäßiger Querschnittsform derselben und bei unsolider Befestigung auf ihre

Unterlager möglich sein. Eine zur Höhe verhältnißmäßig breite Lagerfläche, sowie eine etwas schräge Lage der Schwellen gegen innen von $1/_{15}$ bis $1/_{20}$ der Schwellenbreite wird dieses Bedenken, gegen welches gleichzeitig die Erfahrung spricht, völlig beseitigen.

Was den Holzaufwand für den Oberbau betrifft, so wird derselbe allerdings größer als bei dem Querschwellensystem, wenn man zur Unterlage der Langschwellen nur Querschwellen wählt; werden dagegen theilweise auch Quader genommen, so stellt sich der Holzverbrauch nahezu gleich heraus und es wird der Aufwand für die Quader dadurch ausgeglichen, daß die Schienen ohne Anstand bei gleicher Dauerzeit mindestens $1/_5$ weniger Gewicht haben dürfen, als bei dem freitragenden System.

Die erwähnten Fangdämme anlangend, so fällt der scheinbare Verhinderungsgrund für den Wasserabzug gänzlich weg, wenn zum Ausfüllen der Räume zwischen den Steinfundamenten und dem Holzwerk Kies, Schotter oder grober Sand genommen und die Anbringung von Sickerdohlen nicht unterlassen wird, sobald der Erdkörper selbst das Wasser nicht durchsickern läßt.

Hinsichtlich der Regulirungsarbeiten ist schließlich anzuführen, daß dieselben allerdings im Allgemeinen etwas zeitraubender vorzunehmen sind, als bei dem Querschwellensystem; allein da bei dem Langschwellensystem keine isolirte Unterstützungspunkte vorhanden sind, die so leicht ihre gegenseitige Lage zu einander verändern können, so kommen die Regulirungsarbeiten nicht so häufig vor und die bezüglichen Arbeitskosten gleichen sich dadurch zum Theil wieder aus. Daß eine theilweise Erneuerung der Hölzer, wenn solche verfault oder überhaupt unbrauchbar geworden, schwieriger ist wie bei dem freitragenden System, kann nicht geläugnet werden.

Die Art der Befestigung der Langschwellen auf ihre Unterlager mittelst hölzernen Dübeln ist solid genug; dieß zeigte eine 12jährige Erfahrung auf der bad. Bahn.

Wenn hieraus hervorgeht, daß die Anlagekosten einer Bahn mit dem Langschwellensystem nicht viel erheblicher sind, als die einer Bahn nach dem freitragenden System, daß dagegen die Unterhaltungskosten in jedem Falle höher stehen, so ist wiederum nicht zu läugnen, daß eine fortlaufende Unterstützung der Schienen in Beziehung auf Schienenbrüche größere Sicherheit für den Betrieb bietet, wie die theilweise Unterstützung der Schienen bei dem freitragenden System, daß ferner durch die größere Auflagefläche ungleichmäßige Senkungen weniger eintreten. Es versteht sich wohl von selbst, daß bezüglich der angeführten beiden Hauptsysteme noch mancherlei Variationen in den Details der Construction zuläßig sind und selbst Combinationen beider Systeme stattfinden können.

So hat man bei vielen amerikanischen Bahnen, z. B. auf der Philadelphia-Columbia-Bahn, sodann auf der Baltimore-Ohio-Bahn, sowie auch in neuerer Zeit bei der österreichischen Gebirgsbahn über den Semmering, die Langschwellen unter die Querschwellen gelegt, Fig. 18 und 19, Taf. XI.; bei den ersten amerikanischen Bahnen, z. B. Saratoga-Schenectady-Bahn (1831), Syracus-Uttica-Bahn (1838), ging man sogar so weit, doppelte Langschwellen zu legen und wischen denselben die Querschwellen anzubringen.

Es bedarf keiner weitern Auseinandersetzung, daß durch derartige Anordnungen mancherlei Vortheile erzielt, namentlich eine große Auflagefläche gewonnen, ungleichmäßige Senkungen vermieden werden, und es dürfte ein solches System immer für Eisenbahnen empfohlen werden, auf denen starke Steigungen vorkommen und demnach auch sehr schwere Locomotiven gehen.

Ein gemischtes System, welches unter gewissen Verhältnissen auch wieder seine Vorzüge haben mag, kam in neuester Zeit auf der badischen Bahn zwischen Carlsruhe und Durlach zur Ausführung. Die Schienen liegen auf Quaderblöcken von 1,2 bad. Fuß Höhe und 2′ Seitenlänge, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 5′ sind; damit aber die Abnutzung von Schienen und Wagen geringer, das Fahren sanfter wird, sind auf die Quaderblöcke 3′ lange, $^6/_{10}$″ starke Schwellenstücke nach der Richtung des Schienenstrangs eingelassen und aufgedübelt und auf diese die 22,5 Pfd. auf den laufenden Fuß wiegenden 4″ hohen Vignoles-Schienen mit Hackennägeln befestigt. Einige amerikanische Systeme sind aus der Fig. 31, 32 und 33, Taf. X. ersichtlich.

§. 58.

Freitragendes System mit eisernen Unterlagen.

Die schnelle Vergänglichkeit der Hölzer hat in neuerer Zeit auf den Gedanken geführt, die Querschwellen von Guß- oder Schmiedeisen zu machen.

So wendet P. Barlow, Ingenieur der South-Eastern-Bahn, zur Unterstützung der Schienen gußeiserne Platten an, die auf der untern Seite mit Rippen versehen sind, Fig. 37 und 38, Taf. XI. Bei einer Schienenlänge von 15′ nimmt er eine Stoßplatte von 4′ 3″ und 2 Mittelplatten von 3′ 3″ Länge; diese Platten bestehen der Länge nach aus 2 Hälften, werden durch Schraubenbolzen zusammengehalten und tragen emporragende Wangen, welche den Fuß der Schienen eng umschließen und dadurch eine sichere Stoßverbindung bewirken. Der Querverband zwischen 2 Platten wird durch angenietete Eisenstangen hervorgebracht. Als Vortheil dieses Systems bezeichnet der Ingenieur: Feste Lage auf der Bettung und wenig Unterhaltung; Nachtheile sind dagegen: Zu wenig Elasticität; Gefahr des Zerbrechens der Gußplatten; große Kosten der Anlage; ungleiche Senkungen.

Größern Beifall soll W. Barlow, Ingenieur der Midland-Bahn, mit seinem System gefunden haben; er nahm nämlich sehr große schwere Schienen von der Form eines umgekehrten U, Fig. 42 und 43, Taf. XI., mit einer sehr großen Basis, und legte dieselbe unmittelbar auf die Bettung. Die Schienen sind 18—20′ lang, 5″ hoch, 1′ an der Basis breit und wiegen 100 Pfd. per Yard.

An den Stößen sind sie durch ein inneres Futter von Eisenblech mit 4 Nieten verbunden; unter diesen Futtern liegt noch ein zum Querverband dienendes Winkelblech. Wegen der Ausdehnung soll es genügen, alle 300′ die Löcher der Rietbolzen oval zu machen. Als Vortheile der Construction werden bezeichnet: Einfachheit der Construction; feste Verbindung an den Stößen; geringe Unterhaltungskosten; sanfte Bewegung der Wagen. Nachtheile sind: Bei dichtem Bettungsmaterial kann das Wasser nicht seitwärts ablaufen; die schweren Schienen

sind unbequem zu transportiren und schwer zu legen; die Kosten der Bahn sind sehr bedeutend; ungleiche Senkungen sind nicht zu vermeiden; Kreuzungen und Auslenkungen können nicht mit denselben Schienen hergestellt werden. Obgleich man über die Dauer der auf 64 Meilen Länge gelegten Bahn noch keine Erfahrungen hat und voraussichtlich die Schienen durch schwere Locomotiven der Gefahr des Zerquetschens ausgesetzt sind, so glaubt der Ingenieur doch, es werde dieses System in England weitere Anwendung finden.

Beachtung verdient das eiserne Oberbausystem von Gravé, das auf der Lancashire- und Yorkshire-Bahn in Anwendung gekommen ist. Fig. 39, 40 und 41, Taf. XI. Die Stühle sind mit schaalenförmigen gußeisernen Unterlagen zusammengegossen und durch die oben in denselben angebrachten Löcher (a) kann man nicht nur den Kies oder Schotter im Innern nachstopfen, sondern auch die ganze Schiene heben. An den Stößen sind 2 Stühle zusammengegossen und der Stoß liegt zwischen beiden. Die Nachtheile dieses Systems sind offenbar die: daß die Gußstühle leicht brechen und ungleiche Senkungen nicht zu vermeiden sind.

§. 59.

Neues amerikanisches System mit zusammengesetzten Schienen.

In neuerer Zeit ist in Amerika ein eigenthümliches Eisenbahnconstructions-System aufgetaucht, welches auf dem Princip beruht, den Schienenstrang so zusammenzusetzen, daß er bei möglichster Kostenersparniß einen fortlaufenden gleich starken Barren bildet, welcher entweder mit Stühlen oder direkt, je nach der Schienenform, auf den Oberbau befestigt werden kann. Hiernach wurde der Schienenstrang nicht in einzelne Stücke, welche stumpf zusammenstoßen, getheilt, sondern man ließ sie aus zwei oder mehreren gewalzten Stäben, welche zusammen den entsprechenden Querschnitt der Schiene bilden, bestehen, und vertheilte die Stöße der verschiedenen Schienentheile abwechselnd in gleichen Abständen auf die ganze Länge der Bahn. Durch Nieten oder Schraubenbolzen in Entfernungen von 2 bis 3 Fuß vereinigte man die einzelnen Schienentheile zu einem Ganzen und ließ wegen der Ausdehnung in einem Theil den nöthigen Spielraum.

Es haben bereits diese zusammengesetzten Schienen in den vereinigten Staaten große Anerkennung gefunden und beschäftigen sich mehrere Walzwerke mit der Anfertigung derselben.*)

Die Fig. 23 bis 31 zeigen die Schienenformen, welche mit Ausnahme der Form Fig. 27 auf verschiedenen Bahnen in Anwendung sind. Die Fig. 23 bis 26 stellen zusammengesetzte Vignolesschienen dar; Fig. 27 bis 30 sind Parallelschienen, Fig. 31 ist eine dreitheilige Schiene von der Baltimore-Ohio-Bahn, welche sich nach einer etwa 3jährigen Versuchszeit sehr gut bewährt haben soll.

Die Fig. 20, 21 und 22 zeigen die Befestigung einer zusammengesetzten Vignolesschiene auf die Querschwellen mit den gewöhnlichen Hackennägeln.

Als Vorzüge dieses Systems gegen das gewöhnliche freitragende System werden geltend gemacht:

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1853. 5. Heft.

1) Die Schienen sind stärker als gewöhnliche Schienen von gleichem Gewichte, indem bei der Fabrikation weniger Fehler in der Schweißung vorkommen;
2) die Kosten des Legens eines Schienenstranges sind geringer;
3) die Reparaturkosten der Bahn sind geringer;
4) dadurch, daß alle Stöße wegfallen, werden die Locomotiven und Wagen mehr geschont;
5) die Anlagekosten einer solchen Bahn sind nicht bedeutender, als die einer gewöhnlichen Eisenbahn, da sich die Kosten der Vernietungen gegen die Kosten für die Laschenverbindungen so ziemlich ausgleichen.

Die Zeit wird lehren, in wie weit diese Vortheile sich bestätigen; wir glauben nicht zu irren, wenn wir annehmen, daß die zusammengesetzten Schienen sich mehr abnützen und überhaupt nicht die gleiche Solidität haben, wie die gewöhnlichen Schienen von demselben Querschnitt, und folglich auch für schwere Maschinen weniger anwendbar sein dürften.

§. 60.

Ergebnisse der obigen Betrachtung über die verschiedenen Oberbausysteme.

Aus dem über die verschiedenen Constructionssysteme Mitgetheilten geht hervor, daß die Wahl des einen oder des andern Systems insbesondere von örtlichen Verhältnissen abhängig ist:

1) Hohe Eisenpreise und niedrige Holzpreise, hohe Anschüttungen und nachgiebiges Terrain, sowie ein Betrieb mit sehr schweren Locomotiven, sprechen für die Wahl des Langschwellensystems. Dabei sollte man wo thunlich Eichenholz nehmen und die Langschwellen abwechselnd durch Quader- und Querschwellen unterstützen; die Länge der Langschwellen genügt mit 3 bis 4 Mtr.
2) Niedrige Eisen- und verhältnißmäßig hohe Holzpreise, ein Betrieb mit gewöhnlichen Locomotiven und fester Unterbau stimmen für die Wahl des Querschwellensystems. Man wähle wo möglich eichene splintfreie Hölzer, und weiche Hölzer nur dann, wenn sie vorher mit Kupfer- oder Zinkvitriol getränkt sind.
3) Das sogenannte Stuhlsystem ist in allen Fällen aufzugeben.
4) Das Gewicht der Locomotiven ist nach der in Aussicht gestellten Frequenz und den Steigungsverhältnissen der Bahn zu bestimmen.
5) Für das freitragende System sind Schienen zu wählen, welche mindestens per laufenden Fuß so viele Pfunde wiegen, als die darauf laufenden Locomotiven Tonnen Gewicht haben; für das Langschwellensystem kann das Gewicht um $1/5$ geringer sein.
6) In allen Fällen nehme man Schienen von 20′ oder 6 Mtr. Länge und gebe denselben die Form der sog. Vignolesschiene. Fig. 44, Taf. XI.

7) Zur Befestigung der Schiene auf die Schwellen wähle man nur Hackennägel; an den Stößen bringe man gewalzte Seitenlaschen von 0·54 Mtr. Länge an, welche mit 4 Bolzen an den Schienenenden festgeschraubt sind. Gewalzte Unterlagsplättchen sind nur bei weichen Hölzern nöthig, bei Eichenholzschwellen können sie weg bleiben. In jedem Falle ist es zweckmäßig, die Schienenenden noch durch 2 Schraubennägel auf die Schwellen niederzuhalten.

8) Für die Fundamente der Schwellen nehme man wo möglich nur zerklopfte Bruchsteine; sollte aus ökonomischen Gründen Kies gewählt werden, so dehne man die Kiesbettung auf die ganze Bahnbreite aus. Ist der Bahnkörper aus einer Erdart gebildet, welche das Regenwasser durchsickern läßt, so genügt ein 0·15 — 0·18 Mtr. hohes Steinfundament; im andern Falle ist dasselbe 0·3 — 0·36 Mtr. stark zu machen, und es sind überdieß in Abständen von 3 bis 4 Mtr. Sickerdohlen anzulegen. Die Räume zwischen und außerhalb den Schwellen fülle man mit Kies oder grobem Sande aus.

9) Quader für die Unterstützung der Schienenstränge wähle man nur bei Langschwellen, und hier in Einschnitten, oder wo die Quader auf festen gewachsenen Boden zu liegen kommen.

10) Die Systeme mit den gußeisernen Unterlagen sind zu verwerfen.

11) Ueber das System mit zusammengesetzten Schienen dürften erst noch weitere Erfahrungen abzuwarten sein. Vorerst wurde es in Deutschland noch nirgends eingeführt.

§. 61.

Wegübergänge und Einfriedigungen.

Da wo eine Landstraße oder ein sonstiger Weg die Eisenbahn durchschneidet und beide in gleiches Niveau gelegt werden, wird der Oberbau einer Bahn auf die Breite der Straße so construirt, daß die Schienenköpfe bündig mit dem Fahrweg zu liegen kommen und nur eine Vertiefung für die Spurkränze der Wagenräder aufgespart bleibt. Die Breite dieser Rinnen soll 0·06 bis 0·066 Mtr. und die Tiefe mindestens 0·038 Mtr. betragen.

Was die Construction derartiger Wegübergänge betrifft, so dürfte es zweckmäßig sein, wenn die Schienen auf die Länge der Straßendurchkreuzung auf eichene Langschwellen befestigt, und letztere wieder auf gut fundamentirte Quaderuntersätze aufgedübelt werden.

Je nach der Schienenform und dem für den Oberbau der Bahn angenommenen System wird der Wegübergang verschieden construirt werden. Bei Anwendung der Vignolesschiene und dem Querschwellensystem dürften die Constructionen 13 und 19, Taf. XIX. zu empfehlen sein; wenn dagegen die Schienen auf Langschwellen ruhen, sind die Constructionen 14, 15 und 16 am gebrauchlichsten.

Für Doppelparallelschienen, welche durch gußeiserne Stühle mit den Querschwellen verbunden sind, hat man die Anordnungen Fig. 17 und 18.

Bei der westphälischen Ostbahn hat man eigene Wegübergangsschienen von der Form Fig. 19 b walzen lassen, und solche auf hölzerne Schwellen mittelst Schrauben befestigt.

Wie auch diese Construction angenommen werden möge, immerhin sind zwei Bedingungen zu erfüllen:

1) Die Schienen müssen sorgfältig und solid fundamentirt sein;

2) eine Reparatur des Oberbaues soll möglichst leicht zu bewerkstelligen sein.

Zwischen den Schienensträngen, sowie eine Strecke außerhalb denselben, muß die Oberfläche des Wegs gut abgepflastert sein. Die Breite der Pflasterung richtet sich zunächst nach der Bedeutung der Straße. Bei Haupthandelstraßen sollte dieselbe wenigstens 6 Mtr., bei minder wichtigen Straßen 4·5 Mtr. und bei den kleinern Vicinal- und Feldwegen nicht unter 3 Mtr. betragen.

Die Fig. 1, 2, 3, Taf. XIX. zeigen einen rechtwinklichen Wegübergang der badischen Bahn; die Fig. 6 zeigt den Grundriß eines schiefen Wegübergangs für einen Vicinalweg.

Bei der großen Geschwindigkeit der Wagenzüge auf den Eisenbahnen ist es im Interesse der Sicherheit zweckmäßig, die Bahn so viel als möglich dem Zutritte von Menschen und Thieren zu entziehen, und zu diesem Zwecke die Bahn zu beiden Seiten einzufriedigen. In Amerika, Belgien und selbst bei vielen deutschen Bahnen findet man diese Maßnahmen nicht immer befolgt; in England und in den meisten deutschen Staaten dagegen ist die Einfriedigung gesetzlich vorgeschrieben, um so viel als thunlich jede Veranlassung zur Verunreinigung und muthwilligen Beschädigung, wodurch die Sicherheit des Betriebsdienstes gefährdet werden kann, zu verhüten. In der Nähe von bewohnten Orten und Kreuzungen mit öffentlichen Wegen wird ein vollständiger Abschluß der Bahn um so wesentlicher, je mehr dieselbe hier der Gefahr ausgesetzt ist, betreten zu werden. Die die Bahn in gleicher Höhe durchschneidenden Straßen sind unter allen Verhältnissen durch Barrièren, Dreh- oder Schiebthore, Schieblatten 2c. so zu sichern, daß die Straße abgesperrt werden kann, wenn sich der Bahnzug derselben nähert. Die gewöhnliche Einrichtung einer Schiebbarrière ist aus den Fig. 1 und 2, Taf. XIX. ersichtlich.

Hat die Schieblatte eine freiliegende Länge von 4·5 — 5 Mtr., so ist es zweckmäßig, wenn sie in der Zwischenzeit von einem Zug zum andern ihrer ganzen Länge nach auf einer festen Latte aufliegt.

Für größere Straßenbreiten als 4·5 — 5 Mtr. eignen sich Drehthore am besten; dieselben können entweder von Schmiedeisen, wie Fig. 4, 11 und 11 a, oder von Holz, wie Fig. 5 und 12 construirt sein.

Die Einrichtung, wie solche zuweilen zu finden ist, daß in der Regel die Bahn geschlossen und nur zur Zeit der Ankunft eines Zugs geöffnet, dagegen mit denselben Abschlußthoren die Straße abgesperrt wird, verdient nicht empfohlen zu werden.

Das Schließen und Oeffnen dieser Barrièren bei dem Annähern und Passiren eines Zuges geschieht gewöhnlich durch besonders an diesen Uebergängen angestellten Bahnwärtern, denen dann gleichzeitig noch eine kleine Bahnstrecke zur Instandhaltung anvertraut ist.

Für den Fall, daß 2 Wegübergänge ziemlich nahe bei einander liegen, dürfte indeß eine solche Einrichtung in ökonomischer Hinsicht nicht mehr gerechtfertigt er-

scheinen, daher man die Schieblatte durch einen Schlagbaum, Fig. 7, ersetzt, und von demselben einen Drahtzug nach dem nächsten Bahnwartshause führt, mit dessen Hülfe der Schlagbaum herabgelassen werden kann. Die Fig. 9 und 10 geben die Details zu der Barrière Fig. 7.

Die allgemeine Absonderung einer Bahn von dem angrenzenden Gelände geschieht dort, wo eine solche im Interesse der Sicherheit für wünschenswerth erachtet wird, meistens durch tiefe Seitengraben oder durch lebendige Zäune und Einfriedigungen verschiedener Art. Bei der bad. Eisenbahn geschah die Einfriedigung auf folgende Weise:

Zu beiden Seiten der Durchschnittslinien der Bahnböschungen und des angrenzenden Geländes wurde noch ein Geländestreifen von 0·3 Mtr. Breite mit angekauft, damit der Haag nach den Bestimmungen des Landrechts etwas entfernt von dem angrenzenden Eigenthum gehalten und die Grenzlinie einigermaßen ausgeglichen werden konnte. In der Richtung dieser Grenzlinie wurde nun ein lebendiger Haag angepflanzt, an dessen Stelle man jedoch vorläufig eine Einzäunung von Pfählen und Latten errichtete, welche den erforderlichen Schutz so lange gewähren sollte, bis der lebendige Haag angewachsen war. Zur Bildung dieses Haags wurden anfänglich Maulbeerpflanzen gewählt, welche jedoch nirgends recht gedeihen wollten; man hat daher später der Bodenart entsprechende und in der Lokalität einheimische Pflanzen, als Goldweide, Hartriegel ꝛc. genommen, die nunmehr dort, wo einige Pflege stattfindet, einen schönen dichten Haag bilden, welcher auf 1·2 Mtr. Höhe, und 0·3 Mtr. Breite in der Scheere gehalten wird.

Oberbauverhältnisse der hauptsächlichsten europäischen Eisenbahnen.

Englische Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in engl. Fußen.	Gewicht der Schienen per Yard in engl. Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in engl. Fußen		Form der Schwellen.
				größte	kleinste	
Arbroath Torfar	Steinbl., Querschw., Chairs	—	48	—	—	—
Birmingham-Derby-Junction	Querschwellen mit Chairs	—	57	3	—	—
Birmingham-Gloster	Querschw., Langschw., Chairs	15	56	5	2½	a*)
Bolton-Breston	Langschwellen	—	53	—	—	—
Brandling-Junction	Querschwellen u. Steinblöcke	—	[42]	3	—	—
Chester-Birkenhead	Querschw. mit Chairs	—	56	—	—	ae
Chester-Crewe	Querschw., Steinbl, Chairs	15	56	—	—	—
Dublin-Kingstown	Querschw. u. Langschw.	—	45	3	—	—
Dundee-Arbroath	Querschw., Steinbl. mit Chairs	—	48	—	—	—
Eastern-Counties	Querschwellen	—	75	—	—	—
Edinburgh-Glasgow	Steinbl., Querschwellen	—	75	—	—	a
Garnkirk-Glasgow	Steinbl., Langschw.	—	42 und 50	3	2½	—
Grand-Junction	Steinbl., Querschw., Chairs	—	68	3½	—	—
Great North of England	Steinbl. mit Chairs	18	74	3,3	2.8	—
Great-Western	Langschwellen	—	44 und 72	—	—	e
Great-Western-Cheltenham	Langschwellen	15	72	—	—	—

*) a. halbrund. b. oben und unten beschlagen, an den Seiten rund. c. trapezförmig. f. dreieckig. e. rechtwinklicht.

Englische Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in engl. Fußen.	Gewicht der Schienen per Yard in engl. Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in engl. Fußen größte	kleinste	Form der Schwellen.
Hull-Selby	Lang- u. Querschw. mit Chairs	—	55 und 63	—	—	—
Leeds-Selby	Steinbl. u. Querschw.	15	42	3	—	—
Liverpool-Manchester	Querschw. mit Chairs	—	75 und 70	5	3′ 9″	a
London-Birmingham	Querschw., Chairs	15	65 und 75	4	3′ 9″	—
London-Birmingham	Querschw., Chairs	15	82	3′ 4″	2′ 6″	—
London-Backwall	Querschw., Chairs	18	—	3′ 6″	—	—
London-Brighton	Querschw., Steinbl. u. Chairs	15	76	3′ 9″	—	—
London-Greenwich	Querschw. mit Chairs	—	50	—	—	—
London-Greenwich	Querschwellen	16	78	4	—	a
London-South-Western	Querschw. mit Chairs	—	75	—	—	—
Manchester-Birmingham	Steinbl., Querschw., Chairs	15	65	—	—	—
Manchester-Leeds	Steinbl., Querschw., Chairs	15	80	3	—	—
Midland-Counties	Steinbl., Querschw., Chairs	15	78	5	—	—
South. Eastern	Querschwellen, Chairs	—	73	—	—	f
York-Nord-Midland	Steinbl., Querschw., Chairs	—	54, 25	3	—	—

Belgische, französische, amerikanische und italienische Bahnen.		Länge in Meter.	Gewicht per Meter in Kilogramm.	Entfernung der Schwellen in Meter.		
Belgische Bahnen	Querschwellen, Chairs	5,10	34	3	—	a
Mount-Carbon-Philadelphia	Querschw., Chairs	5,12	25,8	0,96	—	e
Amboys. Camden	Steinbl., Chairs	4,88	28,81	0,98	—	—
Amiens et Boulogne	Querschw., Chairs	4,50	30,514	1,25	1,00	—
Beaucaire-Alais-Grand Combe	Querschw. und Chairs	4,80	33	1,12	—	—
Bordeaux-la-Teste	Querschwellen und Chairs	4,50 / 5,40	20	—	—	—
Bordeaux-Orleans	Querschwellen und Chairs	4,80	33,33	1,20	—	a
Chemin de fer du Centre	Querschwellen und Chairs	5,50	36	1,25	0,875	a
Chemin de fer du Ceinture	Tafeln und Chairs	—	37	—	—	e
Lyon-Avignon	Tafeln und Chairs	—	35,70	—	—	—
Marseille-Avignon	Querschwellen und Chairs	4,80	33	1,24	0,70	ae
Montpellier-Cette	Steinblöcke und Chairs	4,80	34,16	1,25	1,15	—
Mülhouse-Thann	Querschwellen und Chairs	4,50	20	0,90	—	ae
Chemin de fer du Nord	Querschwellen und Chairs	4,50	37	1,00	0,75	—
Chemin de fer d'Orleans	Querschwellen und Chairs	4,50	30	1,25 / 1,00	1,00 / 0,75	—
Paris-Lyon	Querschwellen und Chairs	5,00	38	1,132	0,802	ae
Paris-Rouen	Querschwellen und Chairs	4,80	36	1,28	1,12	—
Paris-Sceaux	Querschwellen und Chairs	4,50	31	0,90	—	—
Paris-Strassbourg	Querschwellen und Chairs	4,50	37,20	1,125	—	ae,
Paris-St.-Germain	Querschwellen und Chairs	4,50	30	1,12	—	—
Rouen-Havre	Querschwellen und Chairs	4,50	36	1,35	1,05	—
Strassbourg-Basel	Querschwellen und Chairs	4,50	25	0,90	—	—
Chemin de fer de Versailles	Querschwellen und Chairs	4,50	30	1,12	—	—
Haye-Amsterdam	Langschwellen	—	30	Querschwell. 1,00		—
Neapel-Bacera-Castelamare	Lavabl., Querschw., Chairs	5,00	25	—	—	—
Piemontesische Bahnen	Querschwellen und Chairs	4,50	34	—	—	ae

Deutsche Bahnen.	Oberbau-System.	Schienenlänge in rheinländ. Fußen.	Gewicht der Schienen per Fuß in Pfunden.	Entfernung der Querschwellen von Mitte zu Mitte in rheinländ. Fußen		Form der Schwellen.
				größte	kleinste	
Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter	Querschwellen	18'	21,5	3' 2"	2' 8"	a
Aachen-Mastrichter	Querschwellen	18'	23	3' 3"	2' 6"	a
Altona-Kieler	Querschwellen	14' 9"	19,3	3' 3"	2' 6"	b
Bayerische	Querschwellen mit Chairs	16' 6"	15	—	—	b
Bergisch-Märkische	Querschwellen	18'	21	3'	3'	a
Berlin-Hamburger	Querschwellen	18'	22,5	3'	3'	b
Berlin-Anhaltische	Querschwellen mit Chairs	18'	19	3' 5"	2' 9"	b
Berlin-Stettiner	Querschwellen	18'	17	2' 9"	2' 6"	b
Breslau-Schweidnitzer	Querschwellen mit Chairs	15' 6"	20—22	3'	2' 10"	b
Friedrich-Wilhelm-Nordbahn	Querschwellen	14' 4"	19,3	3' 3"	2' 6"	c
Köln-Mindener	Querschwellen	15'	20	3' 2"	3'	b
Hamburg-Bergedorfer	Querschwellen mit Chairs	17' 9"	20,8 u. 21,12	2' 9"	2'	b
Braunschweig-Lüneburger	Querschwellen	15' 3"	22,4	2' 6"	2' 6"	b
Hannoversche Staatsbahnen	Querschwellen	17' 3"	21,6	3'	2' 12"	b
Leipzig-Dresdener	Querschwellen	17' 3"	15	2' 8"	2' 3"	b
Lübeck-Büchener	Querschwellen	17' 9"	23	3'	3'	b
Magdeburg-Köthen-Halle-Leipziger	Querschwellen	15'	14	2' 6"	2' 6"	b
Magdeburg-Wittenbergische	Querschwellen	—	20	—	—	—
Mecklenburgische	Querschwellen mit Stühlen	18'	18,87 u. 20	3' 2"	2' 9"	b
Münster-Hamm	Querschwellen	18'	20	3' 2"	2' 9"	b
Niederschlesisch-Märkische Staatsbahn	Querschwellen	—	18,6	—	2' 10"	bc
Niederschlesische Zweigbahn	Querschwellen	18'	18	3' 3"	2' 6"	b
Oberschlesisch-Krakau-Oberschlesische	Querschwellen	17' 6"	22	—	2' 11"	b
Preußische Ostbahn	Querschwellen	—	22	—	—	b
Pfälzer-Ludwigsbahn	Querschwellen	17' 2"	21	2' 8"	2' 3"	b
Prinz Wilhelm	Querschwellen mit Chairs	17' 9"	20	3' 4"	2' 4"	b
Rheinische	Querschwellen	17' 9"	24,75	—	3'	b
Königl. Preußische Saarbrückener	Querschwellen	17' 9"	22	3' 3"	2' 10"	b
Sächsisch-Böhmische Staatsbahn	Querschwellen	17' 4"	17,64	2' 6"	2'	b
Sächsisch-Schlesische Staatsbahn	Querschwellen	17' 4"	22,38	—	—	b
Sächsisch-Bayerische Staatsbahn	Querschwellen	—	18	—	—	b
Chemnitz-Risaer Staatsbahn	Querschwellen	17' 4"	17,5	—	—	b
Stargard-Posener	Querschwellen	17' 9"	22,82	3' 3"	2' 8"	b
Thüringische	Querschwellen	18'	22	3'	3'	b
K. Preuß. Westphälische Staatsbahn	Querschwellen mit Chairs	18'	18	3' 2"	2' 9"	b
Wilhelmsbahn	Querschwellen	—	18	—	3'	b
Bonn-Kölner	Querschwellen	18'	19	3' 3"	2' 6"	b
Main-Weser	Querschwellen	17' 6"	20,24	3' 3"	2' 8"	e
Kaiser Ferdinand-Nordbahn	Querschwellen mit Chairs	—	11	—	—	c
Wien-Gloggnitzer	Langschwellen	16'	15	4'	4'	—
Wien-Brucker	Querschwellen	16'	15	2' 9"	2' 9"	c
Taunus	Steinbl. mit Querschwellen	15'	19,7	3' 2"	2' 9"	—
Düsseldorf-Elberfelder	Querschwellen	16'	15	3'	3'	b
Stettin-Potsdam-Magdeburger	Querschwellen mit Chairs	18'	20	3' 3"	2' 8"	b
Magdeburg-Halberstädter	Querschwellen mit Chairs	18'	18	3' 4"	2' 6"	b
Württembergische Staatsbahn	Querschwellen	17' 6"	19	2' 9"	2' 3"	b
Großherzoglich Badische	Lang- und Querschwellen	20'	22	3' 6"	2' 6"	e

Zehnter Abschnitt.

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden.

Von den bei einer Eisenbahn vorkommenden Gebäuden.

§. 62.

Allgemeine Bemerkungen.

Die eigenthümliche Art der Verwaltung der Eisenbahnen macht die Errichtung von mancherlei Gebäuden nothwendig. Für die Wächter, unter deren Aufsicht zunächst die ganze Bahn steht, sind die nöthigen Wachthäuser längs der Bahn erforderlich; auf größeren Entfernungen, etwa von 6 bis 8 Wegstunden, sind Wasserstationen anzulegen, um den Tenders das auf dieser Bahnstrecke verdampfte Wasser wieder zu ersetzen. In der Nähe größerer Städte und Ortschaften, von welchen aus der Zu- und Abgang von Personen und Gütern stattfindet, werden Gebäulichkeiten aller Art erforderlich, als wie Gebäude für die Aufnahme der Reisenden, der Güter, für die Bureaus der Verwaltungsbeamten, für das Unterbringen der Wagen und Locomotivmaschinen, der Brenn- und sonstigen Materialvorräthe, für Reparaturwerkstätten, für Aufbewahrung von Reservestücken aller Art, für Zollbureaus rc. Wir werden in dem Folgenden diese einzelnen Gebäulichkeiten näher betrachten, und machen nur die Bemerkung, daß in der Regel mit alleiniger Ausnahme der Bahnwartshäuser, alle übrigen Gebäude und dazu gehörigen Anlagen auf denjenigen Stellen concentrirt sind, wo die Aufnahme der Personen und Güter stattfindet, welche Stellen man allgemein mit dem Namen „Aufnahmsstationen oder Bahnhöfe" bezeichnet.

§. 63.

Bahnwartshäuser.

Die Sicherheit des Betriebsdienstes einer Bahn erfordert eine ununterbrochene Beaufsichtigung und Bewachung derselben, weßhalb es nothwendig wird, für die Wächter solche Gebäude längs der Bahn zu erbauen, worin sie Schutz gegen die Witterung finden, nöthigenfalls darin übernachten, und selbst wo thunlich eine kleine Familie aufnehmen können, indem im Allgemeinen verheirathete Bahnwärter erfahrungsgemäß ihren Dienstobliegenheiten besser nachkommen, als ledige, da sie durch ihre Familienverhältnisse mehr an den Dienst gebunden sind.

Das Anlagekapital einer Bahn würde jedoch bei Herstellung solcher Wohngebäude längs der ganzen Bahnlinie allzu sehr erhöht, weßhalb man sich in der Regel damit begnügt, nur einen Theil für Familienwohnungen einzurichten, und zwar an solchen Punkten der Bahn, welche über $^1/_4$ Wegstunde entfernt von bewohnten Orten liegen.

Was den Abstand dieser Bahnwartshäuser von einander anbelangt, so richtet sich derselbe nach den Alignementsverhältnissen und der Zahl und Wichtigkeit der Wegübergänge, bei welch letzteren fast immer ein solches Haus zu errichten ist. Auf der badischen Bahn beträgt die durchschnittliche Entfernung etwa 1050 Mtr., eine Bahnlänge, welche noch von einem Wärter ordentlich besorgt werden kann. Auf den meisten andern deutschen Bahnen findet man dieselben Verhältnisse, dagegen nehmen die englischen und amerikanischen Ingenieure weit größere Entfernungen für die Bahnwartshäuser an, und suchen die Wegübergänge durch Ueberbrückungen zu umgehen.

Hinsichtlich der Größe dieser Bahnwartshäuser ist zu bemerken, daß:

1) Für einen ledigen Wärter ein Gebäude mit einem heizbaren Zimmerchen, einem kleinen Raum der zum Bahnregulirungsgeschäft gehörigen Geräthschaften und einem Aborte genügt.

   Hat der Bahnwart seine Wohnung in einem benachbarten Orte, so genügt ein kleines Zimmerchen.

2) Für einen verheiratheten Wärter ein Gebäude, enthaltend 2 Zimmer, eine Küche, eine Geschirrkammer, ein Abort, ein Keller und ein Speicherraum.

Auf Taf. XXVII. zeigen die Fig. 1, 2 und 3 drei verschiedene Ansichten für ein Bahnwartshaus erster Klasse, welches nur ein kleines Zimmer enthält.

Die Fig. 4, 4a, 4b, 4c geben Ansicht, Grundriß und Durchschnitt eines Bahnwartshauses 2ter Klasse.

Die Fig. 5, 6, 7 und 8, sowie 9 und 10 geben Ansichten und Grundriß eines Bahnwartshauses 3ter Klasse für einen verheiratheten Bahnwart.

Jedem dieser Gebäude sollte ein für den häuslichen Bedarf entsprechender kleiner Garten, sowie ein Brunnen beigegeben sein.

Die Gebäude selbst sollen möglichst einfach sein, und werden entweder von Holz oder Stein, je nach den örtlichen Verhältnissen und Materialpreisen aufgeführt; sie sollten mindestens 4·5 Mtr. von dem Rande des Bahndamms entfernt stehen.

Aufnahmsstationen.

Die Aufnahmsstationen theilt man gewöhnlich je nach ihrer Ausdehnung und Wichtigkeit in 3 verschiedene Klassen, nämlich:

1) Haltpunkte;
2) Zwischenstationen;
3) Hauptstationen.

§. 64.

1. Haltpunkte.

Haltpunkte werden in der Regel blos an solchen Stellen der Bahn angelegt, wo nur eine mäßige Anzahl von Personen ab- und zugeht, und lediglich nur der Lokalverkehr mit den benachbarten größern Orten in der Nähe der Eisenbahn begünstigt werden soll, wo also weder Wagen und Locomotiven remisirt zu werden brauchen, noch anderweitige Einrichtungen zum Auf- und Abladen der Bahngüterwagen erforderlich sind.

Die Zahl solcher Anhaltstellen darf natürlich nicht übertrieben werden, weil durch allzu häufiges Halten der Züge für den großen Verkehr allzu viele Zeit verloren geht, und das Anlagekapital der Bahn sowohl, als auch das Betriebskapital vergrößert wird.

Die Anlagen einer solchen Haltstation sind daher auch möglichst einfach zu halten und nur auf das Nothwendigste zu beschränken; sie bestehen in der Regel nur aus einem größern Bahnwartshause, welches außer der Familienwohnung des Wärters noch ein Wartzimmer von circa 15 bis 30 Quadratmeter für die Reisenden, und ein an dasselbe stoßendes Billetbureau von 13,5 bis 18 □Mtr. Grundfläche enthält. Der Bahnwärter oder eines seiner Familienglieder besorgt den Billetverkauf.

Die Stellung dieser Gebäude muß der Art sein, daß man zu denselben mit gewöhnlichem Fuhrwerk gelangen und nöthigenfalls daselbst wieder wenden kann, sowie daß man von dem Wartzimmer aus bequem und ohne Gefahr zu den Eisenbahnzügen gelangt. Letzteres wird durch Anlage erhöhter Ein- und Aussteigetrottoirs erreicht, die zu beiden Seiten der vor dem Gebäude hinziehenden Geleise angelegt werden, 0·18 — 0·24 Mtr. über die Schienen vorstehen, 1,8 bis 2,4 Mtr. breit sind, und die Länge der gewöhnlichen Wagenzüge haben, nämlich 100 bis 120 Mtr.

Zur Bequemlichkeit des reisenden Publikums sind Aborte in entsprechender Stellung zu placiren.

Eine Einrichtung, um bei dem Vorhandensein einer Doppelspur von einem Geleise auf das andere zu kommen, ist zwar bei diesen Haltpunkten häufig wünschenswerth, aber selten ein absolutes Bedürfniß. Die Fig. 14, Taf. XXII. dürfte die Anlage einer Haltstation deutlich machen.

a ist das Aufnahmsgebäude, zugleich Bahnwärterwohnung;
b sind Aborte für Reisende;
c, c Aus- und Einsteigetrottoirs;
d, d durchlaufende Geleise;
e, e gepflästerte Uebergänge;
f Zufahrtsstraße, welche auch, je nach den örtlichen Verhältnissen, parallel mit der Bahn gehen kann;
g Brunnen und Wendungsplatz.

Die Geleise unmittelbar vor dem Aufnahmsgebäude der Anhaltspunkte, sowie überhaupt aller Stationen sollen auf mindestens 300 Mtr. Länge geradlinigt

und wo möglich horizontal angelegt sein, weil bei einer Steigung die Maschine eine bedeutende Kraft entwickeln muß, um von der Station aus die Bewegung aufwärts zu beginnen, und bergab das Anhalten auf der Station sehr erschwert ist. Dagegen sind, wie dieses schon früher erwähnt, in der Nähe der Stationen bei den Ein- und Ausfahrten größere Krümmungen insofern zuläßig, als die Bewegung der Züge eine langsame ist.

Taf. XXIII, Fig. 4 gibt die Anordnung der Haltstation Muggensturm auf der badischen Bahn. 1 ist das Wartzimmer; 2 Billetausgabe; 3 Wohnzimmer; 4 Magazin; 5 Küche; 6 Vorplatz; 7 Stiegenhaus und Abort; 8 Vordach; 9 bedecktes Trottoir; 10 unbedeckte Trottoirs; 11 Brunnen; 12 Signalglocke; 13 und 14 Aborte für die Reisenden; 15 Gartenanlage; 16 Viehladeplatz; 17 Wendeplatz;

Fig. 5a Ansicht des Stationsgebäudes gegen die Straße.

Fig. 5b Ansicht des Stationsgebäudes gegen die Bahn.

Taf. XXII, Fig. 13 bis 13d zeigen die Anordnung einer Haltstation auf der Straßburg-Basler Bahn.

Taf. XXII, Fig. 5 ist ein Haltpunkt auf der Bahn von Prag nach Olmütz.

a Aufnahmsgebäude;	p Wasserreservoir;
k Güterschuppen;	n Geräthschaftenmagazin.

§. 65.

2. Zwischenstationen.

Zwischenstationen (kleinere Bahnhöfe) nennt man diejenigen Anhaltstellen auf einer Bahn, welche bei Städten zweiten und dritten Rangs, oder bei Ortschaften, die an Ausmündungen belebter Thäler liegen, nothwendig werden; woselbst man voraussichtlich einen bedeutenden Ab- und Zugang von Reisenden, Güter, Schlachtvieh ꝛc. zu erwarten hat. Die im Allgemeinen in einem solchen Falle nöthigen Bedürfnisse sind:

a) Ein Aufnahmsgebäude, enthaltend ein oder zwei Wartzimmer für die Reisenden; ein Bureau für den Billetverkauf; ein Bureau für Abgabe des Reisegepäcks; ein Zimmer für den Aufenthalt des Bureaudieners, der gleichzeitig Portier sein kann. Sodann im 2ten Stockwerke eine Wohnung für einen Expeditor, bestehend in 4 — 5 Zimmer, Küche, Keller Speicher, Waschremise, Abort.

b) Eine Zufahrtsstraße zu dem Aufnahmsgebäude nebst Wendeplatz vor demselben.

c) Ein- und Aussteigetrottoirs für die ab- und zugehenden Reisenden und zwar für jedes der durchlaufenden Hauptgeleise ein besonderes Trottoir.

d) Je nachdem die durch die Station ziehende Bahn ein- oder doppeltspurig angelegt ist, und je nach der Beschaffenheit des Verkehrs sind einschließlich der durchgehenden Hauptgeleise mindestens 2 oder 3 Parallelgeleise von solcher Länge erforderlich, daß die größten Wagenzüge, welche sich hier begegnen, Platz finden.

e) Die Vorrichtungen zur Verbringung eines Wagenzuges von einem Geleise in ein anderes.

f) Die Einrichtung zum Wenden der Fahrzeuge.

g) Eine Vorkehrung zum Ein- und Ausladen der Equipagen und des Schlachtviehs.

h) Eine Lokalität zum Unterbringen einiger ständig stationirten Reservewagen.

i) Ein Gebäude zum Verladen der ankommenden und abgehenden Kaufmannsgüter, insofern überhaupt ein Waarenverkehr auf der betreffenden Station zu gewärtigen steht.

k) Eine Einrichtung zum Speisen der Tenders, wenn die betreffende Station weiter als 6 — 8 Stunden von einer Hauptstation oder nächsten Wasserstation entfernt liegen sollte.

l) Aborte.

m) Eine Wohnung oder wenigstens Aufenthaltszimmer für Excentrikwärter.

n) Ein Geräthschaften- und Materialienmagazin.

o) Ein Brunnen.

Die Fig. 15, Taf. XXII. stellt den Entwurf einer Zwischenstation dar; derselbe zeigt am deutlichsten, in welcher Weise den Bedürfnissen entsprochen werden kann. Sollten jedoch die Lokalverhältnisse diese Anordnung nicht zulassen, so hat man bei dem Entwurfe außer den im Anhange §. 3. II. (88) gegebenen Vorschriften für Zwischenstationen den Grundsatz festzuhalten: alle Gebäulichkeiten so zu placiren, daß sowohl hinsichtlich des Personen- als Güterverkehrs die größtmöglichste Bequemlichkeit stattfindet, und die für den Betrieb nöthigen Arbeiten, als Speisen der Locomotiven, Drehen der Fahrzeuge, Anhängen neuer Wagen an die Züge, Abladen der ankommenden und Aufladen der abgehenden Güterwagen &c. mit der geringsten Mühe und dem wenigsten Zeitaufwand bewerkstelligt werden können.

In dem obigen Entwurfe bedeutet:

a das Aufnahmsgebäude;

b Zufahrtsstraße zu dem Aufnahmsgebäude mit Wendeplatz, sowie zu dem Güterschuppen und Verladeplatz;

c Ein- und Aussteigtrottoirs für die beiden durchziehenden Hauptgeleise der Station;

d, d, d, 3 Parallelspuren;

x Drehscheibe;

g Verladeplatz;

h Wagenremise für einige Wagen;

i Güterschuppen;

k Wasserreservoirs und Aborte;

m, n Materialienmagazin und Wohnung für den Wärter;

o Brunnen.

§. 66.

Aufnahmsgebäude.

Diese Gebäude sollen die bereits erwähnten Räume in sich schließen und wo möglich mit ihren Hauptfaçaden parallel zu den Hauptspuren und in die Mitte des Bahnhofs gestellt werden. Ihre Größe richtet sich nach der Wichtigkeit der Station und Größe des zu gewärtigenden Personenverkehrs.

Die Lage der Billet- und Gepäckbureaus ist der Art zu bestimmen, daß dieselben leicht von den Reisenden gesehen, in der Nähe der Wartzimmer liegen, und die Billete im Trocknen gekauft werden können.

Die Wartzimmer sollen sich unmittelbar an eines der Ein- und Aussteigtrottoirs anschließen. Je nach der Bedeutung der Station wird man ein oder zwei Wartzimmer (Wartsäle) für die verschiedenen Wagenklassen anlegen, und sie dem muthmaßlichen Verkehr entsprechend groß machen.

§. 67.

b. Zufahrtswege.

Um zu dem Aufnahmsgebäude, Güterschuppen und Verladeplatz mit Fuhrwerken gelangen zu können, sind Weganlagen erforderlich, wenn nicht schon die Oertlichkeit solche darbietet. Die Richtung dieser Wege in Bezug auf die Stellung der oben bemerkten Gebäude ist wieder von der Wahl der Orte der letztern und von der Lage der etwa schon vorhandenen oder in der Nähe befindlichen Wege abhängig. In den meisten Fällen wird man den Hauptzufuhrweg entweder senkrecht auf das Stationsgebäude richten oder parallel mit der Bahnachse einführen können. Die Breite der Zufahrtswege richtet sich natürlich nach der Frequenz, jedoch wird man sie in keinem Falle unter 6 Mtr. annehmen. Eine geringe Ansteigung der Straße gegen das Bahnhofgebäude ist bei der Anlage zu empfehlen, und es hat die Construction der Fahrbahn nach den im Straßenbau angegebenen Grundsätzen zu geschehen. Eine Besetzung der Straße mit Bäumen und einigen Ruhebänken in der nächsten Nähe der Station dürfte wesentlich zu den Annehmlichkeiten einer solchen Anlage beitragen.

§. 68.

Ein- und Aussteigetrottoirs, (Perrons).

Da nicht selten der unterste Tritt der Personenwagen noch über 0·6 Mtr. über den Schienen erhaben liegt, so wird dadurch das Ein- und Aussteigen für die Reisenden sehr belästigend, und man bringt daher an diesen Ein- und Ausgangsstellen erhöhte Trottoirs an.

Die Höhe dieser richtet sich nach der Höhenlage der Wagenboden und Wagentritte, und kann daher 0·24 bis 0·9 Mtr. betragen; die erstere Dimension wählt man gewöhnlich bei Zwischenstationen, die letztere bei Hauptstationen, wo man sie jedoch in der Regel nach der allgemeinen Vorschrift (Anhang §. 3. II. 97.) auf 18 Zoll oder 0·54 Mtr. reducirt.

Was die Entfernungen der äußersten Trottoirkanten von den Ein- oder Aussteigegeleisen betrifft, so gilt als Vorschrift, daß diese nicht unter 0·76 Mtr. genommen werden soll. Rechnet man nämlich 3 Mtr. für die Wagenbreite einschließlich der Tritte und 1·5 Mtr. Spurweite, so bleibt noch 1 Centimeter Spielraum. Die Länge dieser Trottoirs richtet sich nach der gewöhnlichen Länge der Personenwagenzüge, und beträgt daher zwischen 90 bis 120 Mtr.; ihre Breite genügt in den meisten Fällen mit 1·8 — 2·4 Mtr., je nach der Bedeutung der Station.

Rücksichtlich der Lage der Trottoirs ist zu bemerken, daß eines derselben jedenfalls unmittelbar zwischen dem Aufnahmsgebäude und dem nächsten Hauptgeleise des Bahnhofs angebracht sein muß, das andere Trottoir jedoch, welches dem zweiten Hauptgeleise angehört, kann entweder gerade dem Aufnahmsgebäude gegenüber liegen wie bei der Station Muggensturm, Taf. XXIII. Fig. 4, oder es können aus Gründen der Sicherheit beide Trottoirs in gegenseitig verschränkter Lage, wie bei der Station Orschweier, Fig. 3, oder bei dem Entwurfe, Fig. 15, Taf. XXII. angeordnet werden. Jedenfalls sind beide durch die Geleise des Bahnhofes getrennte Trottoirs durch gepflasterte oder geplattete Wegübergänge mit einander zu verbinden. Was die Construction dieser Trottoirs betrifft, so genügt meist eine Einfassung von sauber zugerichteten wenigstens 0·15 Mtr. breiten Liniensteinen, zwischen welchen eine Auffüllung von feinem Kiese oder Sand mit etwas Thon untermengt, ausreicht. Indeß kann auch eine Abpflasterung, ein Belag mit Steinplatten, Backsteinen oder Asphalt gewählt werden, und es wird dieß insbesondere von den zu Gebot stehenden Materialien und der Bedeutung der Station abhängen.

§. 69.

Parallelspuren und Ausweichbahnen.

Da bei dem Gebrauche einer einspurigen Eisenbahn nicht allein der Fall eintreten kann, daß sich 2 Wagenzüge begegnen, sondern auch wohl ein Zug den andern überholen muß, was zwischen Personen- und Güterzügen vorzukommen pflegt, so müssen Vorrichtungen vorhanden sein, gewisse Strecken der Bahn durch eine Ausweichung umgehen und nach Belieben in die Haupt- oder Nebenbahn fahren zu können.

Zu diesem Zwecke werden an geeigneten Stellen und zwar gewöhnlich bei den Aufnahmsstationen sog. Ausweichbahnen angelegt, die mit dem Hauptgeleise in Verbindung stehen.

Bei einer doppelspurigen Bahn sind solche Ausweichbahnen nicht nothwendig, es genügt vielmehr, tangentiale Verbindungsgeleise anzubringen, um von einer Spur in die andere gelangen zu können, eine 3te Spur wird hier nur dann absolut erforderlich, wenn mehr als 2 Wagenzüge auf der Station zusammentreffen.

Die Länge der Ausweichstellen oder die Länge der Stationen richtet sich demnach nach den zu gewärtigenden Verkehrsverhältnissen und dem Zwecke der Bahn selbst; jedenfalls muß ihre Länge gleich der Länge des zu erwartenden längsten Wagenzuges sein, und man wird gut thun, dieselbe nach vorhandenen

Erfahrungen nicht unter 1200′ oder 360 Mtr. anzunehmen, d. h. die äußersten Auslenkungsvorrichtungen der Hauptgeleise einander nicht näher zu rücken.

Wo sehr lange Züge einander kreuzen, können übrigens die Ausweichungen auch außerhalb der Zwischenstation liegen.

Um von einer Bahn in eine andere mit ganzen Wagenzügen übergehen zu können, bewirkt man die Ein- und Ausfahrt mittelst verschiebbarer Schienen, welche man auch Verschubschienen oder Zungen nennt. Diese Verschubschienen machen einen wesentlichen Theil einer Ausweichung aus. Sie schließen sich einerseits an die Hauptbahn, andererseits aber an die Uebergangsbahn an, welch letztere eine S-förmige Kurve bildet, die von der Hauptbahn in sanfter Krümmung abgehend mit mehreren tangential berührenden Kreislinien in die Nebenbahn übergeht. Die Größe der Radien der Uebergangsbahnen wechselt je nachdem dieselben von ganzen Wagenzügen oder nur einzelnen Wagen befahren werden, zwischen 300 und 120 Mtr.; man hat nämlich zu unterscheiden:

1) Uebergangskurven, welche von ganzen Bahnzügen häufig befahren werden, um von einem Geleise in das andere zu gelangen. Der Krümmungshalbmesser solcher Bahnen sollte nicht unter 180 Mtr. angenommen werden, womöglich immer 270 bis 300 Mtr.
2) Uebergangsbahnen, welche nur von einzelnen Locomotiven befahren werden, um z. B. dieselben in die Remise zu fahren, wo möglich 180 Mtr., aber niemals unter 150 Mtr.
3) Uebergangsbahnen, welche nur von einzelnen Wagen benutzt werden, um dieselben etwa zu remisiren oder zu den Verladeplätzen zu bringen, wo thunlich 150 Mtr, jedoch nicht unter 120 Mtr.

Kleinere Radien als die hier angeführten sind nur dann zuläßig, wenn sowohl die Wagen als die Locomotivmaschinen der Bahn bewegliche Untergestelle haben, wie dieß bei dem amerikanischen System der Fall ist; auch machen die Krümmungshalbmesser der verschiebbaren Einlenkungsschienen jeder Uebergangsbahn eine Ausnahme von der Regel, indem bei den gewöhnlichen Längen von 4·5 bis 6 Mtr. dieser Schienen der zum Durchpassiren der Wagenspurkränze zu belassende Abstand von der Hauptbahn, welcher bei der mittlern Spurkranzbreite von 30 Millimeter und einem mittleren Spielraume zwischen Spurkranz und Schienenkante von 10 Millimeter mindestens 40 Millimeter betragen muß, keine größern Radien als 90 bis 120 Mtr. gestattet.

Da eine genaue Berechnung der Bahnkurven einer guten Ausführung nothwendig vorangehen muß, so soll in dem Nachstehenden die Verfahrungsart für den am meisten vorkommenden Fall mitgetheilt werden.

Es sollen 2 parallele Bahnen, AA, DD, Fig. 5, Taf. XXXI., deren Abstand von Mitte zu Mitte $= s$, durch Bogen vom Radius $= R$, mit Einlenkungsschienen von der Länge $= l$ so verbunden werden, daß der Abstand $BG = b$ und die Bogen AB und BC sich in dem Punkte B berühren.

Unter Hinweisung auf die Zeichnung hat man die Gleichung des Kreises AB:

$$(r - x)^2 + y^2 = r^2$$

oder

$$x^2 - 2rx + y^2 = 0 \ldots (1).$$

Die Coordinaten von B sind l und b, man hat daher:

$$b^2 - 2rb + l^2 = 0$$

$$r = \frac{l^2 + b^2}{2b} \ldots (2).$$

Nun ist:

$$\text{Cos}\ \alpha = \frac{r - b}{r}$$

$$\sin\ \alpha = \frac{l}{r}.$$

Die Coordinaten des Mittelpunktes II. sind daher:

Absciſſe $= b + r\ \text{Cos}\ \alpha + (R - r)\ \text{Cos}\ \alpha = b + R\ \text{Cos}\ \alpha$

Ordinate $= -(R - r)\sin\ \alpha$

Gleichung des Kreiſes BC alſo:

$$(b + R\ \text{Cos}\ \alpha - x)^2 + [y + (R - r)\sin\ \alpha]^2 = R^2 \ldots (3)$$

hieraus

$$(b + R\ \text{Cos}\ \alpha - x)^2 = R^2 - [y + (R - r)\sin\ \alpha]^2$$

und

$$x = b + R\ \text{Cos}\ \alpha - \sqrt{R^2 - [y + (R - r)\sin\ \alpha]^2} \ldots (4).$$

Gleichung der Mittellinie CM ist

$$x = \frac{s}{2}$$

daher hat man zur Beſtimmung der Ordinate von C

$$[y + (R - r)\sin\ \alpha]^2 = R^2 - \left(b + R\ \text{Cos}\ \alpha - \frac{s}{2}\right)^2$$

und

$$y = -(R - r)\sin\ \alpha + \sqrt{R^2 - \left(b + R\ \text{Cos}\ \alpha - \frac{s}{2}\right)^2} \ldots (5)$$

woraus ſich die ganze Länge der Auslenkung ergibt.

Setzen wir beiſpielweiſe

$$l = 4{\cdot}5 \text{ Mtr.}$$
$$b = 0{\cdot}105 \text{ „}$$
$$R = 300 \text{ „}$$

ſo wird nach Formel (2)

$$r = \frac{4{\cdot}5^2 + 0{\cdot}105^2}{2.0{\cdot}105} = 96{\cdot}4809 \text{ Mtr.}$$

folglich

$$\text{Cos}\ \alpha = \frac{r - b}{r} = 0{\cdot}99891$$

$$\sin\ \alpha = \frac{l}{r} = 0{\cdot}04664.$$

Die Gleichung (4) wird ſomit

$$x = 0{\cdot}105 + 300.0{\cdot}9989 - \sqrt{300^2 - [y + (300 - 96{,}4809).0{\cdot}04664]^2}$$

oder

$$x = 299{\cdot}778 - \sqrt{90000 - (y + 9{\cdot}4839)^2}.$$

Für $y = 4{\cdot}5$ wird $x = 0{\cdot}105$ Mtr.
„ $y = 5{\cdot}0$ „ $x = 0{\cdot}12$ „
„ $y = 10$ „ $x = 0{\cdot}418$ „
„ $y = 15$ „ $x = 0{\cdot}78$ „
„ $y = 20$ „ $x = 1{\cdot}22$ „
„ $y = 23{\cdot}96$ „ $x = 1{\cdot}65$ „

Die Gleichung (5) gibt für $\frac{s}{2} = 1{\cdot}65$ $y = 23{\cdot}96$ Mtr., es ist somit die ganze Länge der Ausweichung $= 47{\cdot}92$ Mtr.

Außer diesem berechneten Falle für eine Uebergangsbahn, welche 2 parallellaufende Geleise verbindet, können noch folgende vorkommen, deren Berechnung gleichfalls keiner Schwierigkeit unterliegt:

1) die beiden parallellaufenden Geleise liegen in einer Kurve;
2) die verbindenden Bahnen sind gerade, aber nicht parallel;
3) die Kurvenbahnen sind nicht parallel;
4) ein Geleise liegt in einer Geraden, während das andere einer Kurve angehört.

In allen Fällen ist es gut, die Schienen vor den Kreuzungen 2·5 — 5 Mtr. in gerader Linie zu legen, damit die Räder in denselben nicht so stark seitwärts gedrängt werden, und dadurch ein Bestreben haben, auszulaufen.

In constructiver Beziehung sind bei jeder Ausweichbahn zwei Haupttheile zu betrachten: Die Einlenkungsvorrichtungen oder Weichen und die Durchschneidungen der Schienen oder Kreuzungen.

Den Weichen hat man schon verschiedene Constructionen gegeben, welche alle mehr oder minder unvollkommen waren; erst in neuerer Zeit kam eine Weichenconstruction mit beweglichen einlegbaren Zungen in Anwendung, welche sich wohl als die beste bewähren dürfte.

Die bei der Construction zu erfüllenden Bedingungen sind folgende:

1) Einfachheit und Solidität;
2) tangentialer und stetiger Uebergang von der Hauptbahn in die Seitenbahn;
3) Sicherheit im Dienst.

Die erste und wohl auch die einfachste Weiche hatte die in Fig. 7, Taf. XIV. angedeutete Anordnung. Die Verschubschienen ad sind gerade und mit ihren Enden bei a in feste Lager eingespannt oder um einen Bolzen drehbar; die Enden d derselben stehen durch eine schmiedeiserne Stange mit dem Excentrikhebel in Verbindung und können mit Hülfe der letzteren aus der geraden Bahn ab in die Seitenbahn aa′ gestellt werden. Der Hauptnachtheil dieser Anordnung besteht darin, daß die Locomotive beim Herausfahren aus der Seitenbahn von den Schienen abläuft, sobald die Verschubschiene nicht richtig gestellt ist; der gleiche Nachtheil kommt auch bei der Anordnung Fig. 8 vor, wo zwei Seitenbahnen an demselben Punkte von der Hauptbahn abgehen.

Bei Schienen mit breiter Basis kommt noch bei den Anordnungen Fig. 7 und 8 der nachtheilige Umstand hinzu, daß die Verschubschienen mit dem einen Ende nicht fest eingespannt werden können, sondern sich um einen Zapfen drehen

müssen, indem ihre Biegung zu viel Kraft erforderte; dieß ist Ursache, daß die zweite Bedingung nicht in Erfüllung geht.

Man suchte diesen nachtheiligen Umstand dadurch zu vermeiden, daß man die Verschubschienen doppelt oder dreifach machte, je nachdem eine oder zwei Seitenbahnen von einem Punkte der Hauptbahn abgingen. Fig. 9 und 10. Hierdurch war aber keineswegs der Hauptnachtheil, nämlich die Möglichkeit des Entgleisens der Wagen von den Schienen, beseitigt, weßhalb man auch diese Weichen nur da anzuwenden pflegte, wo die Zweigbahn wenig befahren wurde oder wo 2 Zweige von einem Punkte der Hauptbahn abgingen, wie dieß zuweilen in den Stationen vorkommt.

Um sämmtlichen Bedingungen zu genügen, construirte man nun längere Zeit die Weichen nach der Anordnung Fig. 11. Ein verschiebbares Parallelogramm, dessen Langseiten cd aus schmiedeisernen rechteckigen Verschubschienen bestehen, die bei d um eine feste Achsen drehbar sind und von c bis e kleine schiefe Ebenen haben, legt sich an die betreffenden Zungenspitzen an. Auf der Seite, wo die Verschubschiene anliegt, dient sie dem Spurkranze des Rades als Leitung; ist z. B. die Verschubschiene an die gebogene Zungenspitze angelegt, wie in Fig. 11, so steht die Weiche für die gerade Bahn, legt sie sich aber an die gerade Zunge an, so steht sie für die Zweigbahn richtig. Sollte aber auch die Verschubschiene für einen Zug, der aus der Zweigbahn in die Hauptbahn fahren will, nicht richtig gestellt sein, so würden die Räder höchstens auf einer Seite die schiefe Ebene ce ersteigen und auf das gerade Schienengeleise herabfallen, keinenfalls aber von den Schienen ablaufen.

Aber auch diese Anordnung konnte nicht lange genügen, da sie immer noch, wie auch die früheren Anordnungen, zu viel Bedienung erforderte und man stets dahin trachten mußte, den Dienst auf den Stationen möglichst zu vereinfachen und die Weichen mehr selbstwirkend zu machen.

Die allgemeine Anordnung der selbstwirkenden Weichen ist aus Fig. 12 ersichtlich. cd und c'd' sind Zungen, welche bei d und d' eine kleine Drehung annehmen können und durch schmiedeiserne Querstäbe mit einander vereinigt sind. An den Stellen der Hauptbahnschienen, wo die Zungenspitzen sich anlegen, sind entweder entsprechende Ausschnitte gemacht, oder, was besser ist, die Zungen sind so bearbeitet, daß sie sich an die betreffenden Schienenstränge genau anschmiegen und mit der Spitze unterlegen, wie dieß aus der Fig. 5a und den dazu gehörigen Schnitten ab, cd, ik, lm deutlich hervorgeht. Damit an den Zungenspitzen keine Stöße vorkommen, müssen die Spurkränze der Räder jedesmal auf der der Spitze entgegengesetzten Seite geführt oder geleitet werden; für die Spitze c dient die Leitschiene ff, für die Spitze c' die lange Zunge cd. An dem Excentrikhebel E ist ein Gegengewicht angebracht, welches die Zungen immer nach einer Seite hindrückt. Das Excentrik wird immer so gestellt, daß es für die Hauptbahn richtig steht; soll nun ein Zug in die Seitenbahn einfahren, so müssen die Zungen durch den Excentrikhebel auf die andere Seite gedrückt werden; kommt der Zug aber von der Seitenbahn in die Hauptbahn, so werden die Zungen von den Spurkränzen der Räder hinübergerückt und gehen von selbst wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, sobald die Wagen durchpassirt sind.

Es ist einleuchtend, daß diese Anordnung vor allen andern den Vorzug verdient, indem bei ihr alle Bedingungen erfüllt sind und sie den Dienst für die Bahnwärter auf den Stationen wesentlich vereinfacht.

In Beziehung auf das constructive Detail verweisen wir hier auf die Zeichnungen.

Taf. XIV. Fig. 1 stellt eine doppelspurige Bahn mit einer Ausweichung dar.

Taf. XII. Fig. 2 Grundriß einer Weiche der London-Birmingham oder Paris-Orleans-Bahn.

Fig. 2a Schnitt nach der Linie AB.
„ 2c Schnitt und Grundriß des Lagers bei Q.
„ 2b Excentrikständer auf der London-Birmingham-Bahn.
„ 2d Excentrikständer auf der Paris-Orleans-Bahn.
„ 1 Neue Weiche auf der Paris-Orleans-Bahn.
„ 1a Schnitt nach AB.
„ 1b „ „ CD.
„ 1c „ „ xy.
„ 3 Dreifache Weiche auf der württembergischen Staatsbahn.
„ 3a Ansicht und Schnitt AB.
„ 3b Schnitt CD.
„ 3c „ EF.
„ 4 Excentrikständer, Schnitt und Ansicht.

Taf. XIII. Fig. 1 Grundriß einer selbstwirkenden Weiche neuerer Construction.

Ein großer Uebelstand bei den frühern selbstwirkenden Weichen nach der Construction Fig. 1, Taf. XII. war die allzu schnelle Abnützung der schmalen Ausgänge der Verschubschienen. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes erhielten diese Schienen in der Folge die durch die Querschnitte a, b, c, d, e, f, g sich ergebende Gestalt, nach welcher die Räder der Wagen mit dem äußern noch schwachen Theile der Wechselschiene gar nicht in Berührung kommen, und diese Schiene erst in den stärkeren Stellen, vom Querschnitte d anfangend bis zu g, zum Dienste in Anspruch genommen ist, wo sie schon vollkommen Stärke besitzt.

Die längere Wechselschiene ist ganz auf gleiche Art gebildet und die Querschnitte a bis g, von der Rückseite besehen gedacht, bestimmen wieder die ihr gegebene Form. Beide Wechselschienen sind durch zwei starke Verbindungsstangen in richtige Entfernung gehalten. Den Wechselschienen, bei ihrem Andrücken an die Geleiseschienen, die richtige Lage zu sichern, wurden sie, wie aus der Zeichnung ersichtlich, mit einer gehörigen Anzahl an denselben befestigten Warzen von entsprechenden Längen versehen, mit welchen sie sich an die Geleiseschienen stützend anlegen; und um jede zufällige Verrückung durch den Stoß einfahrender Züge zu verhüten, sind die äußern stabilen Geleiseschienen durch Schrauben an die solid befestigten gußeisernen Stühle festgehalten, wie Fig. h zeigt.

Fig. 2, 3, 4, 5 stellen einen Excentrikständer mit doppelt wirkendem Gegengewicht und Signalvorrichtung dar, dagegen zeigt Fig. 6 einen solchen mit einfach wirkendem Gegengewichte.

Bei der letztern Einrichtung ist das Gewicht nur stets nach einer Seite hin wirkend und kann entweder nur die gerade oder die Seitenbahn festgestellt werden,

je nachdem man diese oder jene Hauptbahn betrachtet. Diese einseitige Wirksamkeit des Wechsels ist für viele Betriebseinrichtungen äußerst beschwerlich, besonders bei lebhaft frequentirten Ausweichen einspuriger Bahnen und in Fällen, wo der Verkehr der Züge nach beiden Richtungen der Hauptbahn und der Seitenbahn vorausgesetzt werden muß. Man hat deßhalb Excentriks construirt, bei welchen die Wirkung des Gewichts nach beiden Richtungen hin thätig ist, und welche sonach sowohl die Hauptbahn, als auch die Seitenbahn, je nach Bedarf, selbstwirkend in bleibende Verbindung bringen. In der Mitte eines gußeisernen Ständers, Fig. 2 und 3, Taf. XIII., befindet sich eine schmiedeiserne stehende Welle, welche von 2 Lagern im Boden und im Deckel des Ständers gehalten ist. Sie trägt zur Bewegung der Verschubschienen am untern Ende eine kleine Kurbel, und dicht über dieser einen gußeisernen Cylinder a mit 2 im ganzen Umkreise gleichvertheilten doppelten, mit dem Rücken gekuppelten, stehenden Hebekeilen, unmittelbar über der Ständerdecke einen aus 2 Theilen bestehenden Hebel zum Stellen des Wechsels mit der Hand. Ueber den Hebekeilen ist auf die Welle ein 0·18 Mtr. im Durchmesser haltender, bei 35 Kilgr. schwerer gußeiserner Cylinder b, leicht auf- und abwärts beweglich, aufgeschoben. Dieses cylindrische Gewicht ist in seinem untern Theil nach ähnlicher Doppelkeilform ausgeschnitten, und, zur Verhinderung der Drehung mit der stehenden Welle, ist an dessen Umfange eine Nuth, Fig. 4 ersichtlich, eingeschnitten, in welche eine an dem Ständer mittelst Schrauben befestigte Führung eingreift.

Dieses cylindrische Gewicht ruht und drückt, ohne sich drehen zu können, mit seinen beiden keilförmigen Verlängerungen auf die correspondirenden Flächen der darunter befindlichen Hebekeile, sucht dadurch auf diesen Flächen herabzugleiten und bewirkt, da die Welle nicht im gleichen Maße des sich zerlegenden Druckes zu widerstehen vermag, eine Drehung der Welle sammt ihrer Kurbel, und mit dieser die Bewegung der Zugstange und der in Verbindung stehenden Verschubschienen. Ebenso wie nach der ebengedachten Richtung durch das keilförmig ausgeschnittene Gewicht und die Hebekeile, bei Berührung der auf einander wirkenden Keilflächen, eine Bewegung nach der einen Richtung erfolgte, wird auch eine jede Bewegung der Verschubschienen in entgegengesetzter Richtung, mittelst der Zugstange eine Wirkung auf die Kurbel, und mittelst dieser wieder eine Wirkung auf dieselben Keilflächen ausüben, und dadurch ein Drehen der Welle mit ihren Hebekeilen und somit wieder ein Heben des Gewichts hervorbringen. Es wird daher durch diese Anordnung, je nachdem das Gewicht auf dieser oder jener Seite der Keile wirkt, der Wechsel sich für die gerade oder für die Ausweichbahn mit Sicherheit feststellen. Die volle Bewegung der Verschubschienen entspricht einer Viertelkreisbewegung der Welle. Damit die durch den Durchgang des ersten Räderpaares eines Zuges bewirkte Bewegung der Verschubschiene schon die richtige Stellung des Wechsels bewirke, ist die tiefste Stellung des Gewichtes auf den Hebekeilen genau so hoch gehalten, daß die geringste beim Durchfahren der Züge vorkommende Bewegung der Verschubschienen, das Gewicht schon über die Spitzen der Hebekeile hinüberwirft, dasselbe alsdann durch die Wirkung auf den entgegengesetzten Keil die begonnene Bewegung und Umstellung des Wechsels vollendet und den Stand desselben festhält.

Wenn bei der Stellung des Wechsels für die gerade Bahn ein Zug aus der Seitenbahn durchfährt, so wird die Verschubschiene um den ganzen nöthigen Weg, also um 0·071 Mtr. verschoben, da eine der Verschubschienen die äußere Kurve bildet und der Zug an diese immer angedrückt wird, also auch die Schiene, wenn sie verrückbar ist, sich um das ganze mögliche Intervall verschieben muß.

Wenn dagegen bei der Stellung des Wechsels für die Seitenbahn ein Zug aus der geraden Bahn durchfährt, so wird die kleinste mögliche Verschiebung nur 0·03, nämlich die Dicke eines Radspurkranzes sein können. Es in daher die Anordnung getroffen, daß durch ein Verschieben der Verschubschienen einerseits von 0·071 und andererseits von 0·03 Mtr. schon ein Ueberwerfen des Gewichts bewirkt wird.

Will man den Wechsel mit der Hand stellen, so braucht man nur den herabhängenden Theil des Hebels nach aufwärts zu bewegen, wodurch sich eine Kupplung desselben mit dem auf der Welle festsitzenden kurzen Hebel von selbst ergibt, und alsdann die nöthige Drehung machen.

Damit die Führer des Zugs bei Tag und bei Nacht von der Ferne erkennen, in welches Geleise der Zug einfahren kann, hat man eine Signalscheibe construirt, welche bei Tag durch die beiden roth und weiß angestrichenen Flächen, und bei Nacht durch Beleuchtung dieser Flächen mittelst eines einzigen Lichtes die Stellung des Wechsels angibt.*)

Eine Weiche mit einlegbaren Verschubschienen, wie solche auf der badischen Bahn eingeführt wurde, haben wir durch die Fig. 5, 5a, 5b Taf. XIV. dargestellt. Dieselbe hat auf der Seite der kurzen Verschubschiene eine Leitschiene, gegenüber der Spitze der längern Verschubschiene, um bei dem Einfahren eines Zugs in die gerade Hauptbahn, für den Fall die genannte Spitze nicht ganz anliegen sollte, einen Stoß zu vermeiden.

Was nun die Schienenkreuzungen betrifft, so können diese je nach dem System des Oberbaues und dem Schienenprofil verschieden construirt sein. Auf Taf. XIV. Fig. 1, 2, 3 und 4 sind verschiedene Kreuzungen angegeben.

Am einfachsten ist die rechtwinkliche Kreuzung, Fig. 4, weil hier keine schwache Spitze entsteht und der Ausschnitt an den Schienen höchstens 0·036 Mtr. beträgt, folglich auch keine Leit- oder Zwangschiene nöthig macht.

Bei der Kreuzung Fig. 3 sind schon Leitschienen rathsam und bei den Kreuzungen Fig. 1 und 2 absolut nöthig, damit die Räder der Wagen auf der einen Seite an denjenigen Punkten geführt werden, an welchen die Radkränze auf der andern Seite ohne Leitung sind. Die Länge dieser Leit- oder Zwangschienen genügt mit 2·5 Mtr.

Wenn die Kreuzung unter einem sehr spitzigen Winkel stattfindet, wie in Fig. 1 und 2, so laufen die Schienen auf einer Seite in eine schwache Spitze aus, während die Schienenenden der entsprechenden Verlängerungen etwas auswärts gebogen sind und auf 1 bis 1,2 Mtr. Länge in einem Abstande von 40 bis 42 Millimeter parallel mit den Seitenkanten der Spitze laufen, um den

*) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins. V. Jahrgang 1853.

Radkränzen der durchpassirenden Räder als Unterlager zu dienen und die Spitze selbst zu schonen. Daß diese Spitze aber gerade deßhalb gegen die Schienenköpfe etwas niederer gehalten werden muß, und zwar um so viel, als die konische Verjüngung der Radkränze es bedingt, versteht sich wohl von selbst.

Die Fig. 7, 7a und 7b geben eine Kreuzungsconstruction für Vignoles-Schienen und Langschwellensystem. Die Fig. 8, 8a zeigen ein Kreuzungsstück der Taunus-Bahn für Stuhlschienen und Querschwellensystem.

In neuerer Zeit sucht man sowohl die gußeisernen Kreuzungen als die gußeisernen Stühle an den gewöhnlichen Kreuzungen zu vermeiden, indem durch zufällige Stöße zuweilen Brüche vorkommen. Die Fig. 6, Taf. XIV. gibt die Construction an, welche man bei der neuen bad. Bahn anwendete. Dieselbe ist ganz aus Schmiedeisen und gestattet eine leichte Reparatur.

§. 70.

Drehscheiben.

Unter Drehscheibe in Bezug auf Eisenbahnen versteht man im Allgemeinen eine horizontale kreisförmige Scheibe von Holz oder Eisen, welche sich leicht um ihren Mittelpunkt drehen läßt und stark genug construirt ist, daß auf ihr auch Eisenbahnfahrzeuge gleichzeitig mit gedreht werden können.

Auf diesen Scheiben, welche in der Höhe der Bahnebene liegen, sind Schienen befestigt, die in der Spurweite und Höhenlage mit denjenigen Theilen der Eisenbahn correspondiren, für welche sie benutzt werden sollen.

Die Drehscheiben vertreten gewissermaßen die Stelle der Uebergangsbahnen, die bereits in dem Vorhergehenden beschrieben wurden, und finden wie diese ihre Anwendung nur auf Stationen und in der Regel nur da, wo die Räume beschränkt sind und es sich auch nur darum handelt, jeweils nur einzelne Fahrzeuge von einem Geleise auf das andere zu bringen. Wollte man für die Uebergangsbahnen bei den Hauptgeleisen einer Station dergleichen Drehscheiben anlegen, so würden diese die Passage unsicher machen und es würde zu viel Zeit erforderlich, um auf die angedeutete Weise einen ganzen Bahnzug von einem Geleise auf ein anderes zu bringen.

Was die Größe der Drehscheiben anbelangt, so hängt der Durchmesser derselben von der größten Radachsenentfernung der betreffenden Fahrzeuge, die gedreht werden sollen, ab.

Die verschiedenen Fälle können folgende sein:

1) Wenn auf einer Drehscheibe nur vierrädrige Personen- oder Güterwagen gedreht werden, so genügt ein Durchmesser von 3 Meter.
2) Sollen sechsrädrige Wagen gedreht werden, so erfordern dieselben einen Durchmesser der Drehscheibe von 5,4 Meter.
3) Kommen achträdrige Personen- oder Güterwagen zum Wenden auf eine Drehscheibe, so wird ein Durchmesser von 9 bis 10 Meter nothwendig.
4) Für die gewöhnlichen sechsrädrigen Personenlocomotiven genügt ein Durchmesser von 4·2 bis 4·5 Meter.

5) Für die achträdrige Locomotive genügt ein Durchmesser von 5·4 bis 6 Mtr.
6) Für die sechsrädrige Locomotive sammt Tender genügen 9·6 Meter; die achträdrige Locomotive sammt Tender erfordert dagegen 10·5 Mtr. Eine zehnrädrige Tenderlocomotive nach dem System von Engerth würde einen Durchmesser von 6·3 Meter erfordern, da die äußersten Radachsen 6 Mtr. von einander entfernt sind.

Was die Construction der Drehscheiben anbelangt, so ist dieselbe verschieden, je nach dem Material und dem Durchmesser derselben. Die Haupterfordernisse bei einer guten Drehscheibe dürften immer die sein, daß dieselbe die der Last entsprechende Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt, leicht gedreht werden kann und mit zweckmäßigen Feststellungsvorrichtungen versehen ist.

Aeußerst selten und nur dann wird man eine Drehscheibe aus Holz construiren, wenn sie in einen bedeckten Raum zu liegen kommt, da Reparaturen störend auf den Betrieb einwirken würden. Sehr häufig bedient man sich des Gußeisens zur Ausführung der Drehscheiben, noch häufiger aber des Schmiedeisens, indem dadurch die Construction nicht nur an Leichtigkeit und Solidität, sondern auch an Sicherheit für den Betrieb gewinnt.

Die Taf. XV., Fig. 5—8 zeigt eine große hölzerne Drehscheibe von 10·7 Mtr. Durchmesser, auf dem Bahnhofe zu Derby ausgeführt. Sie ruht auf 2 Laufkränzen c c und c′c′; auf dem ersten rollen bewegliche Räder, welche einen zweiten Kranz tragen von dem gleichen Durchmesser wie c c; auf diesem zweiten Kranz sind hölzerne Langschwellen pp befestigt und mit einander durch die Querstücke t t verbunden. Die Enden der Langschwellen ruhen auf je 2 gußeisernen Laufrollen g, g′, g″, g‴ welche auf dem Kranze c′ c′ laufen. Zur Bewegung dient der Mechanismus Fig. 8 und 8 a; zwei Arbeiter an der Kurbel p drehend, sind im Stande die belastete Drehscheibe in Bewegung zu setzen. Fig. 6 ist ein Schnitt nach der Linie AB der Fig. 5; die Fig. 7 und 7a geben die Ansichten eines Laufrades g.

Die Fig. 1—4 zeigen die Construction einer gußeisernen Drehscheibe auf dem Bahnhofe zu Carlsruhe, deren Durchmesser 9·5 Mtr. beträgt. B ist der Drehzapfen von Schmiedeisen, welcher auf dem Lager C ruht. A ein Gußstück, an welches die Tragarme angeschraubt sind, auf denen die Schienen a, a ruhen; b, b sind Zwischenarme; d gezahnter Gußring fest am Mauerwerk; g, g gußeiserne Laufrollen, deren Achsen gegen den Mittelpunkt der Scheibe zu laufen und deren Achsenlager h an den Armen und h′ an den Verbindungsstücken f, f befestigt sind. Die Eindeckung der Scheibe zwischen den Hauptträgern besteht aus Gußeisen, im Uebrigen aus einem Bohlenbelag von Eichenholz. Der Bewegungsmechanismus ist aus den Fig. 1, 2, 4 und 4a ersichtlich; von den Kurbeln p, p geht die Bewegung durch 2 Winkelräder auf das Getriebe α über, dieses greift in das Rad β, an dessen Achse das Getriebe β' sitzt, welches wieder in das Rad γ eingreift, wodurch die Verbindung mit dem festen Zahnkranz d hergestellt ist. Die Fig. 3 und 3a zeigen die Construction eines Laufrades.

Die Taf. XVI. enthält 2 Drehscheiben von Schmiedeisen. Die eine auf dem Bahnhofe zu Bruchsal ausgeführt, wovon Fig. 5 der Grundriß, hat 6,7 Mtr.

Durchmesser. Die Hauptträger sind von Eisenblech, die übrigen die Plattform bildenden Träger dagegen von Gußeisen. 8 konische Laufrollen, deren Achsen gegen den Drehzapfen hin gerichtet sind, tragen die Plattform und ruhen auf einem gußeisernen Kranze. Die Eindeckung besteht aus einer Bohlenlage von Eichenholz. Fig. 6 ist ein Durchschnitt durch die Mitte des Zapfens; Fig. 7 Detail des Zapfens; Fig. 8 Detail eines Laufrades. Bewegungsmechanismus ist keiner vorhanden.

Die Fig. 1 bis 4 stellen eine Drehscheibe von 10·2 Meter Durchmesser dar. Die Träger bilden Gitterwerke, welche durch kräftige Gußstücke mit einander verbunden sind. Die übrigen Theile der Plattform sind von Gußeisen und dienen zur Auflagerung des eichenen Bohlenbelags. Von den 6 Laufrädern sind 2 mit konischen Zahnkränzen versehen, in welche kleine konische Getriebe eingreifen, deren Bewegung von einer Kurbel ausgeht, Fig. 4. Die Fallklappen zum Feststellen der Drehscheibe sind in der Zeichnung weggelassen, haben aber dieselbe Construction wie in Fig. 5.

Andere Drehscheiben ähnlicher Construction, nur mit dem Unterschiede, daß die Träger von Gußeisen, sind auf der württembergischen Bahn in Ulm und Amstetten ausgeführt.

In England und Frankreich hat man auf einigen Bahnen gußeiserne Drehscheiben construirt, die sehr wesentlich von den bereits beschriebenen verschieden sind und nicht selten zugleich als Schnellwaage dienen. Wir geben in dem Folgenden die Beschreibung der Drehscheiben von Handcock und von Nillus; bemerken aber, daß dieselben in neuerer Zeit selten mehr Anwendung finden dürften.

Die Handcock'sche Drehscheibe empfiehlt sich durch ihre Solidität, Leichtigkeit der Bewegung und Anwendbarkeit für alle Zwecke und Dimensionen. Sie läßt sich in Holz und Gußeisen, mit oder ohne Rollen ausführen, um ebensowohl zu der gewöhnlichen Bedienung der Locomotive und des Tenders, als auch für Wagen benutzt werden zu können und ist in Fig. 11 auf Taf. XVII. dargestellt.

Bei diesem Apparate liegt der Zapfen p in dem obern Theile und bildet ein Ganzes mit der Scheibe o, welche letztere wieder durch lange Schraubenbolzen b′ mit dem untern Theile fest verbunden ist. Der Zapfen p dreht sich auf dem Stahlplättchen c, welches in das Obertheil der hohlen gußeisernen Säule F eingelassen ist; diese trägt die ganze Drehscheibe und breitet sich an der Basis aus, um fest mit dem Mauerwerk verbunden werden zu können. Gußeiserne Streben P, P verbinden das Untertheil der Scheibe mit dem an seinen beiden Enden in zwei ringförmige Gehäuse R, R′ auslaufenden Mantel Q. Jene Gehäuse umschließen jedes 4 horizontale Rollen d′, d², die dazu bestimmt sind, dem Drucke in irgend welcher Richtung zu begegnen und stets ein freies Bewegen der Scheibe zu ermöglichen. Die Schrauben e² an dem obern und untern Rollengehäuse R, R′ dienen dazu, die Rollen d′, d² genau einzustellen. Eine weitere Unterstützung findet die Last der Scheibe in den 4 verticalen Rollen f, auf denen dieselbe mit dem Vorsprunge g läuft. Man sieht, daß auf diese Weise dem Drucke in allen Richtungen durch cylindrische Theile begegnet wird, welche eine sehr geringe Reibung und daher eine große Leichtigkeit der Bewegung veranlassen.

Die Drehscheibe von Nillus unterscheidet sich wesentlich von der gewöhnlichen Art von Drehscheiben. Der Erfinder hatte in Erfahrung gebracht, daß bei der Einrichtung von Drehscheiben mit gewöhnlichen Rollen die ganze Vorrichtung in Folge der Beweglichkeit der letztern heftigen Vibrationen unterworfen ist, sobald ein Zug, ohne anzuhalten, schnell darüber wegfährt, und glaubte, daß es möglich sei, diesem Uebel abzuhelfen, wenn man die Drehscheibe auf einer festen Unterlage mit ihrem ganzen Umfange aufruhen ließe, und sie um eine gewisse Höhe erhöbe, sobald man dieselbe drehen will, um die Richtung einer Locomotive sammt Tender zu ändern. Drehscheiben dieser Art sind auf der ganzen Bahnlinie von Rouen nach Havre eingeführt worden; sie sind in Fig. 9—10, Taf. XVII. dargestellt; es besteht jede derselben aus einer gerippten, als Bekrönung dienenden Platte E, welche auf einer gußeisernen beweglichen Säule F befestigt ist, deren unteres Ende mit dem Zapfen p in dem Zapfenlager a' ruht. Letzteres ist an 2 verticalen Stangen q, Fig. 9a, an einer zweiten Säule F' aufgehangen, die mit der kreisförmigen Einfassung G durch die Zugschienen H fest verbunden ist. Um die Säule F' in ihrer senkrechten Stellung stetig zu erhalten, ist ihr unteres Ende in einem Muff J eingelassen, der ebenfalls mit der Einfassung G durch ein zweites System von Zugschienen H' verbunden ist. Diese ganze Vorrichtung ruht auf einer starken Mauergründung J, welche nach ihrer Basis zu an Breite zunimmt, um dort eine ringförmige Dohle K anbringen zu können, deren Bestimmung es ist, alles Wasser aufzunehmen, welches durch die Rinnen r abläuft.

Die Handhabung dieser Drehscheibe ist sehr einfach; sie wird mit Hülfe eines langen gußeisernen Hebels L bewerkstelligt, dessen Ende y, Fig. 9, mit seinen Drehbolzen in Ansätzen an der festen Säule F' ruht, während an das andere Ende eine verticale Zugstange s angeschlossen ist, deren oberes Ende ein Gewinde trägt. Auf der Glocke M, welche letzterem als Mutter dient, ruht eine Kurbel t, die man nur zu drehen hat, wenn man die Scheibe heben oder senken will. Diese Vorrichtung läßt sich auch ohne große Veränderung zugleich als Schnellwaage benützen, so daß man alle Belastungen messen kann, denen sie unterzogen ist.

Aus Fig. 10 ist der erforderliche Mechanismus ersichtlich. Der Drehpunkt von L liegt auf der Schneide y' und das Heben und Senken des Punktes x wird dadurch bewerkstelligt, daß man das Laufgewicht Z auf dem Hebelsarme N verschiebt, der zu dem andern Arme N in einem gewissen Verhältnisse steht. Wünscht man daher das Gewicht einer Locomotive oder eines Wagens zu kennen und ihn zugleich auf ein anderes Geleise zu versetzen, so stellt man Gleichgewicht zwischen den in x und y' wirkenden Gewichten her, liest das Gewicht auf der Schnellwaage N ab und kann nun, da das untere Zapfenlager gehoben ist, die Scheibe wie früher drehen.

Statt der Zugstange s mit Gewinde, wendet man in England zuweilen eine kleine hydraulische Presse, welche mit dem Untertheil des Zapfenlagers in Verbindung steht, zum Heben des letztern an; so wirksam diese Einrichtung aber auch sein mag, so hat sie sich doch rücksichtlich ihrer Unterhaltung und Complicirtheit des Mechanismuses als unvortheilhaft herausgestellt.

§. 71.

Allgemeine Bemerkungen über die Anwendung der Drehscheiben auf Eisenbahn-Stationen.

Ein sehr wesentlicher und auf alle Betriebseinrichtungen höchst einflußreicher Unterschied zwischen der Mehrzahl der deutschen und der englischen Bahnen macht sich in der Eintheilung und Anlage der Bahnhofsgeleise und den sämmtlichen damit in Verbindung stehenden Betriebsbaulichkeiten bemerkbar, welcher dadurch herbeigeführt wird, daß man sich in England durchweg der Drehscheiben zur Vermittlung der Verbindung und zur Bewerkstellung des ganzen Bahnhofsverkehrs bedient, während man bei den deutschen Bahnen die Benutzung der Drehscheiben als einen großen Uebelstand betrachtet und selbst die unvermeidlich nothwendigen Drehscheiben zum Wenden der Locomotive und Tender in der Regel so legt, daß sie ganz außerhalb der Betriebsgeleise liegen und auf keine Weise zur Verbindung derselben, sondern nur zum Wenden der Maschinen benutzt werden können. Um die Verbindung zwischen den verschiedenen Geleisen herzustellen, bedient man sich auf den deutschen Bahnen in den meisten Fällen ausschließlich der Weichen, während man deren Anlage in England so viel als möglich vermeidet und sie nur da anbringt, wo der Uebergang ganzer Züge oder von Locomotiven von einem Geleise in das andere unvermeidlich ist. Je nachdem man nun das eine oder andere Prinzip festhält, gestalten sich die Geleiseanlagen wesentlich verschieden.

Man führt als Uebelstände der Drehscheiben an, daß die Unterbrechung der Geleise und die Anlage beweglicher Theile in denselben nicht nur nachtheilig sei, sondern in vieler Beziehung sogar wesentliche Gefahren für den Betrieb herbeiführe, auch hat die früher übliche sehr mangelhafte Construction der Drehscheiben und deren häufige Reparaturbedürftigkeit wohl viel zu deren Beseitigung beigetragen.

Es ist daher die Anlage von Drehscheiben in solchen Strängen, welche von ganzen Zügen passirt werden, in Deutschland als unzuläßig erachtet. Auch nimmt man an, daß die Betriebsmittel bei Benutzung der Drehscheiben viel mehr ruinirt werden, als bei Benutzung der Weichen, indem die starken Schläge, welche beim Passiren der Drehscheiben entstehen, wesentliche Nachtheile mit sich führen. Wenn nun auch die Anlage von Drehscheiben und die Unterbrechung der Geleise jedenfalls als ein Uebelstand angesehen werden muß, so sind doch augenscheinlich die Nachtheile der Drehscheiben guter Construction überschätzt, die großen Vortheile, welche deren Anwendung mit sich führt, aber nicht genug berücksichtigt und auch wohl die Nachtheile der Weichen nicht sorgfältig genug erwogen. Wenn die zum Wenden der Wagen bestimmten Drehscheiben nicht von Holz, sondern von Eisen in der ganzen Plattform vollständig fest und tragfähig construirt, mit zweckmäßigen Feststellungsvorrichtungen versehen sind, so wird deren unrichtige Stellung jedenfalls keine größeren Nachtheile, als die unrichtige Stellung einer Weiche hervorbringen können, die unrichtige Stellung einer Drehscheibe, besonders einer solchen, welche nur für die rechtwinkliche Verbindung dient, und welche mit rechtwinklichen Geleisen versehen ist, wird aber viel seltener vorkommen, als die unrichtige Stellung einer Weiche.

Was nun die Stöße auf gut construirten Drehscheiben anlangt, so sind dieselben durchaus nicht größer, als bei jedem Kreuzungsstück, wenn sie auch, besonders unter geschlossenen Hallen, viel hörbarer sind. Bei langsamer Bewegung sind sie daher auch keineswegs so besonders nachtheilig, und es ist ganz unzweifelhaft, daß die Betriebsmittel beim Passiren einer Weiche, zumal wenn diese Passage, wie es so sehr häufig vorkommt, mit gebremsten Rädern geschieht, ungleich mehr leiden, als bei dem Uebergang über eine Drehscheibe. Bei Einrichtung eines Bahnhofs mit ausschließlicher Anwendung der Weichen wird eine ganz ungewöhnliche Längenausdehnung, selbst bei einem sehr mäßigen Verkehr, nothwendig; in demselben Maße vermehrt sich die Länge der Nebenstränge, und bei einem etwas größern Verkehr wird eine große Zahl von Weichen nothwendig, deren Bedienung wiederum eine große Zahl von Weichenstellern erfordert. Die Betriebsgebäude müssen weiter auseinander gesetzt werden.

Bei Anwendung der Drehscheiben wird die Verbindung zwischen den Geleisen außerordentlich erleichtert. Auf sehr kleinen Räumen mit geringem Personale kann die Verwechslung der Wagen und Rangirung der Züge schnell bewirkt werden, jeder Raum auf dem Bahnhof läßt sich zweckmäßig benutzen, was bei Weichen durchaus nicht thunlich ist, es lassen sich daher auch mit Leichtigkeit neue Anlagen den bestehenden bequem anpassen. *Die gänzliche Verbannung der Drehscheiben zur Vermittlung des Verkehrs auf den Bahnhöfen dürfte daher in der That nicht gerechtfertigt erscheinen*, und der Umstand, daß dieselben in ganz England, sowie auch in Frankreich und Belgien, ebenso wie in Amerika allgemein in Anwendung sind und auch bei allen neuen Bahnen stets noch in Anwendung gebracht werden, dürfte genügsam für deren Nutzen sprechen. *An Punkten, wo Züge sich schnell bewegen, wird man selbstredend unter keinen Umständen Drehscheiben anlegen dürfen, was auch in England nicht geschieht.*

Auf den Güterstationen dagegen müssen die Drehscheiben zur raschen und zweckmäßigen Bewerkstelligung eines großartigen und lebhaften Güterverkehrs in den meisten Fällen als unentbehrlich erachtet werden.

§. 72.

Schiebebühnen.

Bei Locomotiv- und Wagenremisen pflegt man zuweilen die zu remisirenden Fahrzeuge in eine Reihe parallel nebeneinander zu stellen und somit auch die entsprechenden Schienengeleise in größerer Zahl parallel nebeneinander anzuordnen. Bevor man nun die Schiebebühnen kannte, waren bei Anwendung von Drehscheiben zweierlei Anordnungen möglich, um die Fahrzeuge von den Bahngeleisen in die Remisen oder umgekehrt von den letztern auf die Bahngeleise zu bringen. Die erste Anordnung war die, daß man die Remisengeleise in Kurven gegen eine oder mehrere Drehscheiben führte, die in dem Bahngeleise lagen, wie Fig. 1, Taf. XX; die zweite Anordnung bestund darin, daß man so viele Drehscheiben in das Bahngeleise legte, als Remisengeleise vorhanden waren, wie Fig. 11, Taf. XX.

Beide Anordnungen hatten wesentliche Nachtheile, die erstere erforderte zu viel Raum vor dem Remisengebäude, die letztere bedingte eine große Anzahl Drehscheiben und bei beiden gieng mit dem Remisiren oder Herausnehmen eines Fahrzeugs zu viele Zeit verloren.

Um nun diese Nachtheile zu beseitigen, kam man auf den Gedanken sog. Schiebebühnen zu construiren. Es sind dieß niedere Wagen mit 4, 6, 8 oder 10 Rädern, welche ein Stück des Bahngeleises tragen und auf einer Bahn fortbewegt werden können, welche die parallelen Geleise normal durchschneidet. Soll nun ein Fahrzeug von dem Bahngeleise in die Remise gebracht werden, so wird es auf die Schiebebühne gefahren, mit dieser bis an das betreffende Geleise der Remise fortbewegt und in diese letztere eingefahren; ebenso einfach ist die Manipulation bei dem Herausnehmen eines Fahrzeugs.

Die Anwendung der Schiebebühnen ist bei den deutschen Eisenbahnen fast allerwärts zu sehen und hat sich als sehr praktisch und zweckmäßig erwiesen.

Die bis jetzt in Ausführung gekommenen Schiebebühnen sind alle insofern einander ähnlich, als sie einen Wagen bilden, auf welchem das zu remisirende Fahrzeug fortbewegt werden kann, sie unterscheiden sich nur darin wesentlich von einander, daß bei den einen und älteren diese Wagen in vertieften Gruben stehen, folglich die Remisengeleise unterbrochen sind, während bei den anderen und neueren die erwähnten Geleise keine Unterbrechung erleiden, die Schiebevorrichtung sich über dieselben hinbewegt und die Fahrzeuge mittelst einer kurzen schiefen Ebene auf die Bühne aufgebracht werden. Selbstredend verdienen die letztern entschieden den Vorzug, da sie fast an jeder Stelle eines Bahnhofes, wo Parallelstränge sich befinden, ohne alle Gefahr für den Betriebsdienst aufgestellt werden können, die vertieften Gruben dagegen den Verkehr auf einer Station sehr belästigen und ein schnelles Herausschieben der Fahrzeuge aus der Remise, für den Fall eines Brandes, unstatthaft machen.

Eine aus Schmiedeisen construirte Schiebebühne für Wagen ist auf Taf. XVII. durch die Fig. 1, 2 und 3 dargestellt. Sie befindet sich auf dem Bahnhofe zu Freiburg und ist in dem Grundrisse Taf. XXIII. mit (f) bezeichnet.

Eine ähnliche etwas größere und mit einem Bewegungsmechanismus versehene Schiebebühne für Locomotiven befindet sich auf demselben Bahnhofe zwischen der Locomotivremise H und der Reparaturwerkstätte K.

Eine in neuerer Zeit ganz aus Schmiedeisen construirte Schiebebühne für Locomotiven ist durch die Fig. 1 bis 10, auf Taf. XVIII. dargestellt. Dieselbe zeichnet sich dadurch vor andern Schiebebühnen aus, daß die Träger aus Vignolesschienen zusammengesetzt sind und die Fortbewegung der Bühne nicht von Kurbeln, sondern von 4 Hebeln, Fig. 3, ausgeht, somit bei der aus den Fig. 4, 5 und 6 ersichtlichen Räderanordnung, eine raschere ist, wie bei Anwendung der Schraube ohne Ende. 4 Arbeiter sind im Stande diese Schiebebühne mit Locomotive und Tender bei einer Geschwindigkeit von 0·5 — 0·6 Meter per Secunde fortzubewegen.

Die große praktische Zweckmäßigkeit der von Dunn aus Manchester construirten und in der Londoner Industrieausstellung im Jahr 1851 ausgestellten

und auf mehreren Londoner Bahnhöfen angewendeten Schiebebühnen ohne versenkte Geleise veranlaßte die Einführung ähnlicher Apparate auf mehreren deutschen Bahnen.

Die Fig. 3 bis 6a stellen eine Dunn'sche Schiebebühne und die Fig. 7 die dazu gehörigen Geleise auf der Köln-Mindener Bahn dar. Mit Ausnahme der Räder und Walzen von Gußeisen sind alle übrigen Theile der Schiebebühne aus Schmiedeisen. Auf einem starken und gut verbundenen Schwellenwerk zwischen den zu verbindenden Schienensträngen befinden sich, im sorgfältigen Niveau mit diesen liegend, gut abgehobelte und mit versenkten Holzschrauben auf Langschwellen befestigte Flachschienen, welche zur richtigen Innehaltung der Radspur einseitig mit einer niederen Rippe versehen sind. Zum Aufbringen eines Fahrzeugs auf die Schiebebühne dienen 4 an den Enden der beweglichen Geleise angebrachte Schienenarme, welche durch deren eigenthümliche Bewegung um einen starken Dorn beim Aufklappen eine geneigte Ebene von der Laufschiene der Bühne bis zur Schiene des Fahrgeleises bilden, während diese Schienenarme beim Zurückklappen sich heben und die Bewegung der Schiebebühne frei machen.

Sobald auf die Schiebebühne ein Fahrzeug aufgeschoben werden soll, laufen dessen Radreifen auf den geneigten Schienenarmen bis an den Punkt, wo die eigentlichen Träger oder Laufschienen beginnen; von da aus vermittelt ein Dreieckstück, Fig. 4, daß die Räder des Fahrzeugs mit ihren Spurkränzen auf den Laufschienen aufsitzen und während der Bewegung der Schiebebühne darauf ruhen und vor dem Herabrollen gesichert werden. Die Entfernung der Radachsen der Schiebebühne ist so gewählt, daß die Vorrichtung auch bei sehr rascher Bewegung über die Fahrgeleise nicht aus den Schienen kommen kann. Die leichte Bewegung der Schiebebühne ist hauptsächlich durch die Anbringung der Frictionswalzen an den Achsschenkeln der Räder, Fig. 4 und 6, erzielt worden; diese Bewegungstheile sind zum Schutze gegen das Eindringen von Staub ꝛc. in Blechkapseln gut verschlossen. Ein beladenes Fahrzeug wird leicht von 3 Mann binnen 1 bis 2 Minuten von einem in das andere Parallelgeleise gebracht.

Auch auf der badischen Bahn hat man in jüngster Zeit solche Schiebebühnen auf mehreren Stationen in Ausführung gebracht; dieselben haben statt der Frictionsrollen nur einfache Lager und gestatten demungeachtet eine leichte Bewegung. Wenn sonach außer allen Zweifel gestellt ist, daß nach und nach auf den Stationen der Eisenbahnen die vertieften Gruben vor den Wagenremisen verschwinden, so müssen dieselben doch noch vor den Maschinenhäusern und Montirungswerkstätten beibehalten werden, weil die Dunn'schen Schiebebühnen für Locomotiven nicht wohl practicabel zu machen sein dürften.

Eine von der Dunn'schen Schiebebühne sehr abweichende, aber nicht sehr zweckmäßige Schiebebühne ist aus den Fig. 8 und 8a ersichtlich. Dieselbe wurde auf dem Bahnhofe zu Braunschweig ausgeführt, dürfte aber schon deßhalb ihrem Zwecke nicht ganz entsprechen, weil die 10 Laufrollen zu niedrig sind, folglich der Bewegung einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen, sodann aber auch die parallelen Schienenstränge dieselbe Unterbrechung erleiden, wie bei den Schiebebühnen mit versenkten Gruben.

§. 73.

Verladeplätze oder Rampen.

Die Verladeplätze sind dazu bestimmt, Pferde, Schlachtvieh, Equipagen, Baumaterialien ꝛc. auf eine möglichst leichte Weise auf die betreffenden Eisenbahnwagen oder auch umgekehrt von denselben auf die Bahnebene zu bringen. Sie bilden über die Bahnoberfläche erhöhte Räume, die mit der Höhe der Wagensohlen übereinstimmen und nehmen auf der Station eine solche Lage ein, daß sowohl die Eisenbahnwagen sowie die gewöhnlichen Straßenfuhrwerke mit Leichtigkeit zu ihnen gelangen können.

Die Größe dieser Verladeplätze richtet sich nach der Bedeutung des zu erwartenden Verkehrs; jedenfalls sollten aber immerhin die Abmessungen derselben der Art sein, daß gleichzeitig 2 Bahnwagen in Verladung genommen werden können und daß eine gewöhnliche Equipage auf dem erhöhten Raume bequem Platz findet und nöthigenfalls gewendet werden kann.

Nicht selten kann man in angemessener Weise die ohnehin auf der Station nöthig werdende Drehscheibe mit dem Verladeplatz in Verbindung bringen, wodurch gleichzeitig die Möglichkeit gegeben ist, je nach Erforderniß und je nach der Construction des Wagenoberbaues die Verladung der Bahnwagen auf deren Lang- oder Schmalseite zu bewerkstelligen. Um von der Ebene des Zufahrtweges auf den gewöhnlich 1 bis 1·2 Meter erhöhten Verladeplatz mit Equipagen, Pferden ꝛc. gelangen zu können, wird ein kleiner Steigweg zu demselben erforderlich, dem man ohne Anstand 10 bis 12 Proc. Steigung geben kann.

Der erhöhte Raum selbst kann entweder durchweg aus Holz oder mittelst Erdanschüttung und Einfassung derselben durch steinerne und hölzerne Wände gebildet werden. Die Oberfläche des Platzes wird entweder chaussirt oder gepflastert und mit hölzernen, steinernen oder eisernen Barrièren begrenzt.

Aus den Fig. 1, 3 und 4, Taf. XXIII. und Fig. 1, Taf. XXI. sind verschiedene Anordnungen von Rampen ersichtlich. Sie sind immer so gelegen, daß die Güterwagen der ankommenden Züge ohne großen Umweg zu machen sie erreichen, und auch die bereits geladenen Güterwagen an die abgehenden Züge in möglichst kurzer Zeit angehängt werden können.

§. 74.

Wagenremisen.

Auf belebten Zwischenstationen kann es häufig vorkommen, daß wegen des großen Zuganges von Personen zeitweise noch ein oder mehrere Wagen an den Zug angehängt werden müssen. In solchen Fällen ist es angemessen, besondere Reservewagen auf der Station bereit zu halten und dieselben daselbst zu remisiren.

Das hierzu erforderliche Gebäude muß in Beziehung auf die beiden durchgehenden Hauptgeleise einer Station so gestellt sein, daß das Verbringen der Wagen aus und in die Remise auf kürzestem Wege und mit dem geringsten Zeitverluste bewirkt werden kann. In der Regel ist eine parallele Stellung der

Längenachse des Gebäudes mit der Bahnachse die zweckmäßigere, wenigstens dann, wenn die Zahl der zu remisirenden Wagen nicht über 2 oder 4 beträgt, wie dieß in dem Entwurfe Fig. 15, Taf. XXII. unterstellt wurde.

Die Verbindung des Gebäudes mit dem Hauptgeleise geschieht mittelst einer Uebergangsbahn von 120 bis 150 Mtr. Halbmesser. Die Thore dieser Remisengebäude müssen mindestens 3·15 Mtr. breit und wenigstens 3·75 bis 3·8 Mtr. hoch sein. Die Länge der Remise richtet sich nach der Zahl der unterzubringenden Wagen und der Länge derselben. Von der Mittellinie des nächsten Hauptgeleises ist das Remise- sowie jedes andere Gebäude oder hoher fester Gegenstand mindestens 1·8 Mtr. entfernt zu stellen; wo Raum vorhanden, bleibt es immer räthlich, diese Entfernung auf 3 bis 4·5 Mtr. zu vergrößern.

§. 75.

Güterschuppen.

Es werden hierbei hauptsächlich folgende Fragen zu erörtern sein:

1) Welche Lage soll der zu erbauende Güterschuppen im Bahnhofe in Beziehung auf die Hauptgeleise und Zufahrtswege erhalten?
2) Welche Größe beziehungsweise Ausdehnung nach Länge und Breite ist demselben zu geben?
3) Welche Einrichtungen werden überhaupt nothwendig, um das Verladen der Güter auf möglichst bequeme Weise bewerkstelligen zu können?

In Beziehung auf (1) hat man folgenden Bedingungen zu entsprechen:

a) Daß die Stellung des Güterschuppens jeweils eine solche sei, daß man auf eine leichte Weise mit den gewöhnlichen Straßenfuhrwerken zu denselben gelangen und diejenigen Güter, welche die Bestimmung haben, auf der Eisenbahn weiter befördert zu werden, bequem und mindest kostspielig, sowie auch im Trockenen in den Ladeschuppen bringen kann. Dasselbe gilt auch für diejenigen Waaren, welche von der Eisenbahn aus auf die Landfuhrwerke geladen werden sollen.
b) Daß die Möglichkeit gegeben sei, mit den Bahnwagen in den Ladeschuppen zu fahren, um daselbst die Güter im Trockenen auf- und abladen zu können. Fig. 9, Taf. XXIV.

Die Bestimmung der zweiten Frage unterliegt größern Schwierigkeiten, denn die Größe der Güterschuppen ist abhängig:

a) Von der Anzahl und Größe der Bahntransportwagen, welche auf einmal gleichzeitig zur Verladung kommen können, und diese Bestimmung wiederum
b) von der Masse der Güter, welche durchschnittlich täglich ankommen oder abgehen.

Die Größe der Räumlichkeit ist daher eine Function von der Größe des zu gewärtigenden Verkehrs, welcher wohl selten zum Voraus genau bestimmt werden kann.

Die Ausdehnung des vor Erbauung einer Eisenbahn an einem Orte stattfindenden Güterverkehrs kann nur einen unbestimmten Maßstab an die Hand geben;

jedenfalls muß man diesem vollständig entsprechend die erforderlichen Räumlichkeiten bestimmen und den Bau in seiner Construction so halten, daß eine Erweiterung desselben späterhin, bei Zunahme des Verkehrs, auf leichte Weise zulässig ist. Am besten dürfte es sein, in zweifelhaften Fällen für den Güterverkehr nur provisorische Gebäude herzustellen und erst dann, wenn einmal dieser Verkehr sich entwickelt hat, zu den definitiven zu schreiten.

Zur Befriedigung des dritten Punktes muß gefordert werden:

a) Daß sich im Innern des Schuppens erhöhte Räume oder sog. Lagerpritschen befinden, Fig. 8 und 9, Taf. XXIV., auf welche die Waaren gelagert und von denen aus sie bequem auf die Bahnwagen oder Straßenfuhrwerke verladen werden können. Diese Lagerpritschen werden daher am zweckmäßigsten zwischen dem zu dem Gebäude führenden Weg und dem durch dasselbe ziehenden Bahngeleise angelegt werden und am besten die Höhe der Bahnwagensohlen erhalten, nämlich 1·175 Meter.

b) Daß die Größe der Lagerpritschen dem täglich zur Lagerung kommenden Waarenquantum entsprechend gemacht wird. Für je 100 Kilogr. 0·18 bis 0·36 □Mtr., je nach der Art und Verpackung der Waare.

c) Daß sich über oder auf denselben in denjenigen Stationen, wo schwere untheilbare Güterstücke ab- oder aufgeladen werden, Hebevorrichtungen oder Krahnen befinden, um mit Hülfe derselben diese Güterstücke leicht verladen zu können. Fig. 9.

d) Daß endlich noch ein Bureau und ein Wächterzimmer, ersteres für den Speditionsbeamten und letzteres für einen Wächter, vorhanden sind, welche ihren Zugang von außen haben.

§. 76.

Wasserstationen und Wasserkrahnen.

Dieselben werden von Strecke zu Strecke angelegt, um das durch die Locomotiven verdampfte Wasser wieder zu ersetzen.

Die Zahl dieser Stationen hängt von der Verdampfungsfähigkeit der Maschinen, Größe des Tenders, sowie von der Zahl der täglich stattfindenden Personen- und Güterzüge ab. In der Regel werden sie in Entfernungen von 5 bis 6 Stunden nöthig und mit den Aufnahmsstationen in Verbindung gebracht, weil hier ohnedieß ein Aufenthalt nöthig wird, der gleichzeitig dazu benutzt werden kann, um die Tender mit Wasser und Brennmaterial zu versorgen.

Dieser Zweck wird einfach durch Aufstellung von entsprechend großen Wasserbehältern erreicht, die so hoch über der Bahnfläche aufgestellt sind, daß aus denselben das Wasser leicht und rasch in die zu speisenden Tenders geleitet werden kann.

In dieser Beziehung besteht die Vorschrift, daß die Ausgüsse der Wasserreservoirs oder Wasserkrahnen sich wenigstens 2·58 Mtr. über den Schienenoberflächen befinden müssen.

Da das Wasseraufnehmen jedenfalls mit einem Minimum von Aufenthalt geschehen sollte, so ist wenigstens auf den Zwischenstationen die Einrichtung in

der Art zu treffen, daß die Tenders, ohne vom Zuge abgespannt zu werden, jeweils an den Reservoirs oder Wasserkrahnen halten können. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn man die Wasserausgußröhren möglichst nahe den Hauptgeleisen der Station bringt, und zwar an diejenigen Stellen, wo die Bahnzüge in der Regel halten, um Passagiere oder Güter aufzunehmen und abzusetzen.

Auf solchen Stationen, wo Züge sich kreuzen, und beide Maschinen Wasser nehmen müssen, wird man daher 2 Wasserstationen zu erbauen haben, sofern es die lokalen Verhältnisse nicht gestatten, von einer Wasserstation aus das Wasser in Röhren auf eine größere Entfernung zu den Wasserkrahnen zu leiten.

Dieß wird aber auch bei allen Zwischenstationen der Fall sein, wo die Maschinen der Züge nach beiden Richtungen Wasser nehmen, und kann allein dadurch vermieden werden, daß man auf jeder Station nur die Züge in einer Richtung regelmäßig Wasser nehmen läßt, was man erreicht, wenn man bei einer Entfernung der Stationen von 2½ bis 3 Stunden die Stellung der Wasserstationen gegen die Richtung der Züge wechselt, so daß die Maschinen immer mit Ueberschlagung eines Bahnhofes mit Wasser gespeist werden, wobei man natürlich die Niveauverhältnisse der benachbarten Bahnstrecken beachten muß.

Das Füllen der Wasserbehälter geschieht entweder auf natürlichem Wege von Quellen durch eine Röhrenleitung, oder auf künstlichem Wege, indem das Speisewasser aus Brunnenschachten mittelst Saug- und Druckwerken gefördert wird, wobei entweder Menschen-, Wasser- oder Dampfkraft, zuweilen auch die Kraft des Windes angewendet werden kann.

Vortheilhaft für den Betrieb, namentlich in kälteren Gegenden, und allerorten im Winter, erscheint die Einrichtung zum Vorwärmen des Speisewassers in den Wasserbehältern. Es sind hierbei zwei Methoden gebräuchlich:

a) Die Erwärmung durch Dampf.

b) Die Erwärmung durch heißes Wasser.

Bei der ersten Methode bringt man unter dem Reservoir einen kleinen Dampfkessel an, oder benutzt den auf der Station etwa für den Betrieb von Werkstätten 2c. schon vorhandenen Kessel, und bringt denselben durch Röhren mit dem Reservoir in Verbindung. Die Röhren steigen zum letztern auf, winden sich im Behälter spiralförmig herum, und der aus diesem letzteren Röhrentheil durch kleine Haarlöcher strömende Dampf erwärmt das Wasser.

Bei der zweiten Methode ist ebenfalls ein kleiner Kessel, Fig. 1 und 2, Taf. XXV. unter dem Wasserbehälter angebracht. Dieser Kessel ist mit demselben durch zwei vertical aufsteigende Röhren in Verbindung gesetzt, so daß das Wasser im Reservoir mit dem Wasser im Kessel zusammenhängt. Wird nun der Kessel erwärmt, so steigt das leichtere warme Wasser zum Reservoir auf, das kalte Wasser dagegen sinkt in den Kessel herunter, wird daselbst erwärmt, und steigt nun wieder auf, so daß ein ständiger Kreislauf zwischen erwärmtem und kaltem Wasser entsteht, und nach und nach der Inhalt des Reservoirs ganz durchwärmt wird.

Die Fig. 1 und 2, Taf. XXV. zeigen die Speisungseinrichtung, wie sie auf der badischen Bahn in mehreren Stationen ausgeführt worden.

a ist das Reservoir von Eisenblech;

b die Kesselröhre;
e Feuerraum;
f Aschenfall;
d und c die beiden Röhren zur Verbindung mit dem Reservoir;
k die Steigröhre von der Pumpe;
f die Abfallröhre, um das Wasser im Reservoir auf gleicher Höhe zu erhalten;
i Schiebventil mit der Zeugstange g;
h Wasserkrahn.

Eine andere Einrichtung, durch die Fig. 3, 4, 5 und 6 angegeben, ist auf der Stargard-Posener Bahn ausgeführt, und zeichnet sich durch ihre Leichtigkeit und Wohlfeilheit aus. Die Heizung erfolgt mit sehr wenig Brennmaterial in einem mit einem Mantel A umgebenen Kessel, welcher mit der Schornsteinröhre C versehen ist; der Mantel A steht mit dem Reservoir D durch die Röhre B in Verbindung, welche je nach Umständen kurz oder lang sein kann. Vermittelst der Pumpe E wird das Wasser aus dem Brunnenschacht in das Reservoir gehoben. Damit eine Circulation des Wassers stattfinden kann, ist noch eine Röhre G angebracht. Kessel, Rauchrohr und Circulationsrohr sind von Kupfer gefertigt. Mittelst dieser Einrichtung kann der Inhalt eines Reservoirs von 140 Kubikfuß in 40 Minuten siedend gemacht werden.

Die Fig. 9, 10 und 10a geben die Wasserstation zu Neustadt auf der Bahn von Wien nach Gloggnitz. Der Kessel r, dessen Länge 3·5 Mtr. und Durchmesser 0·9 Mtr. beträgt, ist eingemauert, so zwar, daß er auf seiner ganzen Länge von dem Feuer umspielt wird; v ist der Feuerheerd. Da wo die Wärme in den Kaminraum überströmt, ist der Schieber x angebracht, um den Zug ganz absperren und dadurch die Hitze zurückhalten zu können. Damit der Kessel ganz entleert, werden könne, besteht die Röhre mit dem Hahn z. Das Reservoir m, welches aus gußeisernen Platten besteht, liegt so hoch, daß der Druck des Wassers hinreicht, um die Wassersäule in dem Wasserkrahn bis zur Ausgußöffnung zu heben. Das Pumpwerk zur Wasserförderung ist durch die Fig. 11 gegeben. Durch die Kurbel a, an der zur leichtern Bewegung das Schwungrad b befestigt ist, wird die Kurbelachse c, mit welcher die Kolbenstangen in Verbindung stehen, in Bewegung gesetzt; hierdurch wird ein Auf- und Niedergehen der Kolben e bewirkt, wodurch das Wasser in der Röhre f durch das Ventil h in den Stiefel g tritt. Ist der Kolben e an seinem höchsten Punkte angekommen, so öffnet sich beim Niedergehen das Ventil i, und das Wasser tritt aus der Kammer g in die Kammer k. Beim Aufgehen des Kolbens wird es von hier in die Röhre l gedrängt, welche ebenfalls durch ein Ventil von k abgesperrt ist, und durch welches das Zurückfließen des Wassers verhindert wird. In der Röhre l wird es nun allmälig auf die Höhe des auf dem Boden angebrachten Reservoir m gehoben, und bei n in dasselbe ausgegossen. Soll eine Locomotive gespeist werden, so wird durch die Stange o das Ventil p geöffnet, und das Wasser läuft durch die Röhre q in den Kessel r; aus diesem tritt es abermals durch ein Ventil s, welches durch die Stange t geöffnet wird, in die Röhre u, welche es in den außerhalb des Gebäudes stehenden Krahn führt.

Die Fig. 7, 7a, 8 und 8a geben die Einrichtung einer Wasserstation, bei welcher die Pumpe durch ein Windrad in Bewegung gesetzt wird. Dieselbe wurde in ähnlicher Weise auf der hannöverschen Bahn in Ausführung gebracht, und zeichnet sich durch ihre Einfachheit und zweckmäßige Eintheilung, sowie durch ihr gefälliges Aeußere aus.

Die Fig. 12 zeigt eine Wasserstation ohne Vorwärmer auf der Bahn von Paris nach St. Germain. A ist das aus gußeisernen Platten zusammengesetzte Reservoir. B das Ausgußrohr der Pumpe; C der Wasserkrahn. Soll eine Locomotive gespeist werden, so zieht man die Stange D und hebt dadurch das Ventil E.

Außer den Wasserkrahnen, welche direct von dem Reservoir ausgehen, sind bei größern Zwischen- und Hauptstationen noch isolirte Wasserkrahnen zur Speisung der Tenders nothwendig, welche durch Röhrenleitungen mit den Reservoirs in Verbindung stehen.

Die Fig. 1 und 2, Taf. XXVI. geben die Construction eines Wasserkrahns auf der Straßburg-Basler Bahn. M ist ein Hahn zur Absperrung des Wassers; die Bewegung desselben geschieht durch zwei Hebelarme an dem Kopfe der Stange N; der Hahn O dient zum Ablassen des Wassers aus dem Krahn.

Die Fig. 3, 4, 5 und 6 zeigen die Construction eines Wasserkrahns auf der Bahn von Paris nach Orleans. Der Wasserzufluß wird hier durch das Schiebventil M mit Hülfe der Kurbel bei N regulirt. Auf dem obern Ende der verticalen Säule A sitzt der Kopf B mit dem Ausgußrohr G, welches durch den Träger J unterstützt wird, und in jede beliebige Richtung gedreht werden kann. Soll eine Locomotive gespeist werden, so wird das an dem untern Ende des Kopfes sitzende Kegelventil, Fig. 4, mit Hülfe der an einem Hebel herabhängenden Kette etwas herabgedrückt und so lange festgehalten, bis die Speisung zu Ende ist; mit dem Loslassen der Kette schließt sich das Ventil von selbst wieder, und der Zufluß hört auf.

Die Fig. 7, 8 und 9 stellen die Wasserkrahnen der Paris-Versailler und der London-Southhampton Bahn vor. Auf der gußeisernen Säule A, Fig. 7 und 8, sitzt wieder ein Kopf B mit einer Gaslaterne F, in welche das Gas durch die Röhre g gelangt. In dem Innern der Säule A erhebt sich eine gußeiserne Röhre C, an welcher mit der Stopfbüchse E die Gußröhre D befestigt ist, von der ein lederner oder aus Guttapercha gefertigter Schlauch G herabhängt, an dessen Ende sich das Ausgußstück H befindet. Der Wasserzufluß wird durch einen Hahn regulirt, ähnlich wie bei Fig. 1.

Bei dem Krahn, Fig. 9 der Southhampton Bahn ist die Einrichtung dieselbe, nur mit dem Unterschiede, daß in dem Aufsatze C ein Kegelventil sitzt, welches mit Hülfe der Stange f und des Hebels b geöffnet werden kann.

Zur Berechnung der Größe der Wasserbehälter auf den betreffenden Stationen, der Leistungen der Pumpwerke und des Brennmaterialverbrauchs für die Vorwärmung, diene folgendes Beispiel als Anhalt.

Es soll zwischen Karlsruhe und Heidelberg noch auf der Zwischenstation Bruchsal eine Wasserspeisungseinrichtung gemacht werden, und zwar für die Un-

terstellung, daß zwischen den beiden Hauptstationen täglich 6 Züge hin und her gehen, und alle Maschinen in der Regel in Bruchsal gespeist werden.

Nimmt man nun den Wasserbedarf einer gewöhnlichen Personenlocomotive zu 0·54 Kubikmeter per zurückgelegte Wegstunde incl. der Aufenthalte auf den Stationen an, so beträgt der Wasserbedarf von Heidelberg bis Bruchsal $7 . 0{\cdot}54 = 3{\cdot}78$, und von Bruchsal nach Karlsruhe $5 . 0{\cdot}54 = 2{\cdot}70$ Kubikmeter.

Das ganze Quantum, welches demnach in einem Tag verbraucht wird, ist $6 \{3{\cdot}78 + 2{\cdot}70\} = 38{\cdot}88$ Kubikmeter.

Nimmt man an, daß diese innerhalb 12 Stunden consumirt werden, so müssen per Stunde wenigstens $\frac{38{\cdot}88}{12} = 3{\cdot}24$ Kubikmeter geliefert werden, d. h. dem Reservoir zufließen.

Wenn daher die Zwischenzeit zwischen zwei in einer Richtung folgenden Bahnzügen zwei Stunden beträgt, so dürfte ein Wasserbehälter von $2 . 3{\cdot}24 = 6{\cdot}48$ Kubikmeter Inhalt, sowie eine Pumpe, welche per Stunde 3·24 Kubikmtr. Wasser liefert, den Anforderungen entsprechen.

Der Sicherheit wegen würde man jedoch für die Station Bruchsal ein Reservoir von 7 Kubikmeter Inhalt, und eine Pumpe, die 3·5 Kubikmeter Wasser liefert, wählen. Die Dimensionen des Reservoirs müßten etwa folgende sein:

Länge = 3·5 Mtr.
Breite = 1·5 „
Höhe = 1·4 „

Vorwärmungsapparat.

Nimmt man an, daß alle zwei Stunden die von Heidelberg und Karlsruhe kommenden Züge sich in Bruchsal begegnen, und beide Maschinen jedesmal zusammen 6·48 Kubikmeter Wasser aufnehmen, so sind zum Vorwärmen dieses Wasserquantums jedesmal zwei Stunden Zeit vorhanden. Soll nun dieses Wasser, welches die Temperatur von 4° C. haben soll, durch Dampf von 100° auf 75° C. oder 60° R. erwärmt werden, so sind hierzu auf die Stunde (nach Morin Nr. 167).

$$q = \frac{q' \, (t'' - t')}{550 + t - t''} \text{ Kilgr.} = \frac{3{\cdot}48 . 1000 \, (75 - 4)}{550 + 100 - 75} = 453{,}1 \text{ Kilogramm}$$

Dampf erforderlich.

Um nun in einer Stunde 453,1 Kilgr. Dampf oder in einer Minute 7·55 Kilgr. zu produciren, weiß man, daß zur Erzeugung von 1 Kilgr. Dampf per Stunde 0,041 Quadratmeter Heizfläche erforderlich sind, oder für 453,1 Kilgr. 453,1 mal 0,041 = 18,57 □Meter.

Ist die Oberfläche des Kessels cylindrisch und $\pi d l$, und nimmt man $l = 6 d$ so wird

$$\pi d . 6 d = 18{,}57$$

$$d = \sqrt{\frac{18{,}57}{6 . 3{,}14}} = 1 \text{ Mtr.}$$

Wie viel Steinkohlen der besten Art braucht man, um aus Wasser von 4°, 453,1 Kilgr. Dampf von 100° zu erhalten? Um diese Frage zu beantworten, gibt Morin (Nr. 165) die Formel:

$$q \cdot \frac{550 + t - t'}{n} \text{ Kilgr.}$$

t ist die Temperatur des Dampfs = 100°

t′ " des Wassers = 4°

n die Zahl der Wärmeeinheiten, welche man in einem Herde aus dem Brennmaterial nutzbringend erhält, wir nehmen 0,6 mal 7050.

q ist 453,1.

Man erhält 68,87 Kilgr. Steinkohle 1ster Qualität.

Pumpwerk.

Nimmt man die Förderungshöhe zu 10 Mtr., und die zu fördernde Wassermenge zu 3·5 Kubikmeter per Stunde, oder zu 0·058 Kubikmtr. per Minute, so beträgt die zu verrichtende Arbeit der Maschine pro Minute

$$0{\cdot}058 . 1000 . 10 = 580 \text{ Kilgrmtr.}$$

oder mit Berücksichtigung der Reibungswiderstände höchstens ¼ Pferdekraft.

Will man ermitteln, ob es ökonomisch vortheilhafter ist, die Pumpe mittelst einer kleinen Dampfmaschine oder mittelst Menschenkräfte in Bewegung zu setzen, so verfahre man folgend:

Bezeichnet:

p den Druck des Dampfes im Kessel per □Centimeter, und K einen Erfahrungscoefficienten, welcher von der Kraft der Maschine, der Vollkommenheit ihrer Ausführung und ihrem Zustande der Unterhaltung abhängt, so erhält man die Arbeit für ein Kilogramm Steinkohlen nach Morin Nr. 178

$$100000 \text{ K} \left\{1 - \frac{1,033}{p}\right\}.$$

Für gewöhnliche Fälle kann man K = 0·42 und p = 2 Kilogramm setzen; dieß gibt:

$$100000 . 0{\cdot}42 \left\{1 - \frac{1,033}{2}\right\} = 21000 \text{ Kilgrmtr.}$$

Da nun die Kraft, welche erforderlich ist, um 0·058 Kbikmtr. Wasser per Minute zu fördern $= \frac{4500}{4}$ Kilgmtr. oder ¼ Pferdekräfte beträgt, so sind zur Erzeugung dieser Kraft alle $\frac{21000}{\frac{4500}{4}}$ oder 18,7 Minuten 1 Kilogramm oder per Stunde 3,2 Kilgr. Steinkohlen erforderlich.

Die ganze Quantität Steinkohlen, welche erforderlich ist, um die Dampfmaschine so lange in Bewegung zu setzen, als die Pumpe zu arbeiten hat, d. h. 12 Stunden täglich, beträgt daher 12 . 3·2 = 38·4 Kilgr.

Der Preis dieses Steinkohlenquantums beträgt höchstens . .	1·0	Frank
Die Unterhaltung der Dampfmaschine von $^1/_4$ Pferdekraft täglich	1·0	„
Kosten eines Heizers	1·5	„
	3·5	„

oder per Jahr 1277·5 Fr.

Hierzu die jährlichen Zinsen des Anlagekapitals von 2000 Fr. mit 100 Fr. geben jährliche Ausgaben von 1377·5 Fr.

Um die Pumpe durch Menschen zu betreiben, sind mit der Ablösung wenigstens 4 Arbeiter erforderlich. Rechnet man per Mann täglich 1·5 Fr., so gibt dieß für ein Jahr . . . . 2190 Fr.

Es ist somit vortheilhafter, für den Betrieb der Pumpe eine kleine Dampfmaschine aufzustellen. Dort, wo ohnehin ein Kessel zur Vorwärmung des Speisewassers oder zum Betrieb einer mechanischen Werkstätte aufgestellt wird, ist es ohne Zweifel jeweils das zweckmäßigste, das Pumpwerk mit Dampfkraft zu betreiben.

§. 77.

Aborte.

Die Anlage von Aborten für die ankommenden und abgehenden Reisenden ist auf den Stationen nothwendiges Bedürfniß.

Deren Stellung soll jeweils so gewählt werden, daß sie nicht zu entfernt von den Geleisen liegen, an welchen die Züge halten, und es sollen dieselben leicht aufzufinden sein.

Auf den Zwischenstationen lassen sich diese Räume in dem untern Stockwerke des Gebäudes für die Wasserstation anbringen, und es kann sodann derjenige Abort zunächst der Zufahrtsstraße auch von dieser aus benutzt werden. Will man die untern Räume der Reservoirsgebäude zu andern Zwecken verwenden z. B. für den Aufenthalt der Excentrikwärter oder der Pumpenarbeiter, so kann man die Aborte in ein besonderes Gebäudchen auf die Seite des Stationsgebäudes stellen und zwar am zweckmäßigsten an diejenige Stelle, wo sich die einander gegenüberliegenden verschränkten Trottoirs trennen, Fig. 3, Taf. XXIII, denn hier können sie am besten von beiden Trottoirs aus benutzt werden.

Die Größe oder vielmehr die Anzahl der Aborte richtet sich nach der Frequenz der Station.

§. 78.

Wohnung für den Bahn- oder Excentrikwärter.

Zur Bedienung der Uebergangscurven sind Wärter aufzustellen, welche jeweils die Versetzschienen dieser Uebergangsbahnen in die entsprechende Lage zu setzen haben. Für die Unterkunft dieser Wärter, deren gewöhnlich zwei oder drei auf einer Station, ist durch eine entsprechend gelegene Räumlichkeit zu sorgen.

Es genügt mit 1 oder 2 Zimmern, welche am zweckmäßigsten in andern Gebäulichkeiten des Bahnhofs angebracht werden; auch können solche in Verbin-

dung mit dem Materialien- oder Requisiten-Magazin stehen. In der Regel machen es die Bedürfnisse des Betriebsdienstes wünschenswerth und nothwendig, daß auf den Zischenstationen kleine Vorräthe von Kohlen, Geräthschaften für die Bahnunterhaltung, Requisiten aller Art, für den Bureaudienst Lichter und Oel, für Nachtarbeiten Fackeln und Pechkränze u. s. w. aufbewahrt werden, zu deren Unterbringung besondere Räumlichkeiten zu schaffen sind.

Die Größe dieser Vorräthe bedingt die Größe des betreffenden Gebäudes, das jedoch in allen Fällen mit 90 bis 100 □Mtr. genügen dürfte.

§. 79.

Brunnen.

Die Einrichtung eines oder mehrerer Brunnen auf der Station ist sowohl wegen des Verbrauchs an Trinkwasser 2c., als auch schon wegen Feuersgefahr absolutes Erforderniß.

Je nach örtlichen Verhältnissen wird man laufende oder sog. Pumpbrunnen anlegen, und für dieselben eine solche Stellung wählen, daß sie sowohl von Seiten des Publikums als auch von den Bewohnern des Bahnhofs benutzt werden können.

§. 80.

Entwässerung der Station.

Auf jeder Station sind Vorkehrungen zur Entwässerung derselben zu treffen, damit das Abwasser der Brunnen, sowie das Wasser von den Dächern der Gebäude einen regelmäßigen Abzug findet. Zu diesem Ende wird es nöthig, das sich sammelnde Wasser entweder mittelst offener gepflasterter Rinnen oder unter der Bahn liegender Sielen, Sickerdohlen, Senkgruben abzuleiten. Hier kann nur die Oertlichkeit, die Höhenlage der Station, Beschaffenheit des Bodens entscheiden, in welcher Weise die Ableitung des Wassers am besten zu bewirken sei.

Selten wird diese Ableitung mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein, und es mag daher mit diesen Andeutungen genügen.

§. 81.

Dispositionen verschiedener Zwischenstationen.

Die allgemeine Anlage von Zwischenstationen auf verschiedenen Bahnen Deutschlands ist aus den Zeichnungen der Taf. XX. bis XXIII. ersichtlich.

Die Fig. 3 und 4, Taf. XXII. enthalten die Grundrisse der Stationen Trübau and Hohenstadt auf der Eisenbahn von Wien über Prag nach Dresden. Es bedeutet

a. das Eintrittsgebäude;
b. Wartsäle;
c. Einsteighallen;
g. Werkstätte;

h. Verschiedene Zimmer für Bahnwarte ꝛc.;
i. Wagenremise;
k. Waarenmagazin;
n. Geräthschaftsmagazin;
r. Gebäude für kleinere Wagenreparaturen und Wohnung für einen Wärter.

Die Fig. 9, Taf. XX. stellt den Grundriß des Bahnhofes zu Baden auf der Wien-Triester Bahn vor.

Auf Taf. XXII. zeigt die Fig. 9 den Bahnhof zu Erkrath am Fuße der schiefen Ebene auf der Bahn von Elberfeld nach Düsseldorf.

Die Fig. 8 gibt die Situation des Bahnhofes zu Hochdahl auf dem Scheitel derselben schiefen Ebene. Das Gebäude für die stehende Maschine wurde entbehrlich, da der Betrieb mit Locomotiven eingeführt ist.

Die Fig. 12, Taf. XXII. gibt die allgemeine Anlage der Zwischenstation Düren auf der rheinischen Bahn.

a ist das Hauptgebäude mit dem Billetbureau und den Wartsälen;
k sind Wasserkrahne, und
e Reservoirs zur Speisung der Krahne.

Rechts und links von dem Hauptgebäude liegen die Remisen für die Locomotiven und Wagen.

§. 82.

3. Hauptstationen.

Diejenigen Stationen an den Endpunkten einer Bahn, oder in der Nähe größerer Städte eines Landes, von wo aus Züge nach verschiedenen Richtungen abgehen, und woselbst dieselben übernachten, wo also entsprechende Lokalitäten für die Unterbringung einer größern Anzahl von Locomotiven und Wagen, für die Vornahme der Reparatur-Arbeiten in denselben vorhanden sein müssen, wo im Allgemeinen ein großer Zusammenfluß von Reisenden, Güter ꝛc. stattfindet, wo größere Vorräthe von Materialien aufbewahrt werden müssen, bezeichnet man mit dem Namen „Hauptstationen.“

Dieselben unterscheiden sich daher von den Zwischenstationen insbesondere dadurch, daß eine größere Anzahl Parallelgeleise, Excentriks und Drehscheiben oder Schiebebühnen vorhanden sein muß, sowie in der größern Anzahl von Gebäulichkeiten für die Unterbringung des Fahrmaterials, des Brennmaterials, der Werkstätten und Magazine, der Bureaus ꝛc., überhaupt lediglich nur in der größern Ausdehnung der Gesammt-Anlage.

Die Bedürfnisse sind ganz ähnlicher Art, wie wir dieselben bei den Zwischenstationen kennen gelernt haben, es soll daher hier nur das beigefügt werden, was verschieden von den Anforderungen an eine Zwischenstation erscheint.

§. 83.

Aufnahmsgebäude für die Hauptstation.

Dasselbe soll wo möglich in der Mitte der Station parallel mit den Hauptgeleisen, von den Trottoirs durch dasselbe getrennt, aufgestellt werden. Bei den

End- oder Kopfstationen können diese Gebäude auch quer auf die Geleise gleichsam als Schluß der Bahn gestellt werden, allein diese Anordnung gewährt für das reisende Publikum nicht die Bequemlichkeiten, wie die parallele Stellung, und ist eine Verlängerung der Bahn nicht mehr möglich, daher man dieselbe nur dann wählen wird, wenn die Oertlichkeit es bedingt.

Das Aufnahmsgebäude der Hauptstation soll im Allgemeinen folgende Räumlichkeiten enthalten.

Im untern Stockwerke:

a) Eine Vorhalle, in welcher die Fahrbillete im Trocknen genommen werden können.
b) Ein Billetbureau mit zwei oder mehreren Schaltern, an welchen der Billetverkauf für die verschiedenen Wagenklassen geschieht.
c) Ein Gepäckbureau, wo die Abgabe des Gepäcks der Reisenden stattfindet, und woselbst gleichzeitig die Bezahlung und Abwägung des Reisegepäcks vorgenommen wird.
d) Ein Wartsaal für die 1ste und 2te Wagenklasse.
e) Ein Wartsaal für die andern Wagenklassen.
f) Wartsaal für hohe Herrschaften.
g) Zollbureau mit einem kleinen anstoßenden Zimmer.
h) Bureau für den Stationsvorstand und den Ingenieur (2 Zimmer).
i) Telegraphenbureau mit Ansprach- und Dienerzimmer.
k) Zimmer für einen Bureaudiener und für den Aufenthalt der Conducteure.
l) Eine Restauration neben den Wartsälen.
m) Aborte.

(f und g sind nicht immer nothwendig.)

Ist der Brief- oder Fahrpostdienst gleichzeitig mit dem Eisenbahndienst vereinigt, dann sind für die ersteren die erforderlichen Räume zu schaffen.

Im obern Stockwerke.

Da es im Interesse eines geordneten Betriebsdienstes liegt, daß einige Beamte auf den Bahnhöfen wohnen, so können die betreffenden Wohnungen im 2ten Stockwerke des Aufnahmsgebäudes angebracht werden.

Es sind gewöhnlich 4 Wohnungen erforderlich:

Für den Vorstand, den Ingenieur, den Kassier und den Verwalter.

§. 84.

Bedeckte Hallen für die Ein- und Aussteigtrottoirs.

Vor dem Aufnahmsgebäude gegen die Bahnseite zu wird bei den Hauptstationen in paralleler Richtung mit ersterem eine Halle so aufgestellt, daß durch sie das zum Einsteigen bestimmte erhöhte Trottoir, sowie eines oder mehrere Parallelgeleise überdeckt werden, und somit die Reisenden von den Wartsälen aus im Trockenen zu den Wagenzügen gelangen können.

Ein Trottoir für die Absteigenden kann unter derselben Halle dem Einsteigetrottoir gegenüber angelegt werden, wenn daselbst die Oertlichkeit die Anlage eines

besondern Abfahrtweges zuläßt; im andern Falle dürfte es am geeignetsten erscheinen, das Aussteigetrottoir in die Verlängerung des Einsteigetrottoirs zu legen und mit einer leicht construirten Halle zu überdecken. Diese Lage des Trottoirs gewährt den wesentlichen Vortheil für das reisende Publikum, daß dasselbe nicht über die Geleise des Bahnhofs zu schreiten hat, um nach seiner Ankunft aus dem Bahnhof zu kommen.

Die Länge der Bahnhallen und Trottoirs richtet sich nach der Länge der gewöhnlichen Personenzüge und werden gewöhnlich zwischen 100 bis 120 Meter angenommen.

Die Höhen der Hallen sind abhängig von der Höhe der Locomotivrauchfänge und Zahl der Bahngeleise, welche die Halle überdeckt; es ist zweckmäßig dieselben nicht unmittelbar an die Aufnahmsgebäude anzulegen, sondern etwas davon entfernt zu halten, weil durch sie die Zimmer der Aufnahmsgebäude allzusehr verdunkelt werden, und die dadurch entstehenden Dachkehlen der Gebäulichkeiten nicht vortheilhaft sind, indem sie Wasser- und Schneefänge bilden. Die Verbindung der Wartsäle mit den bedeckten Bahnhallen geschieht am besten mittelst kurzen bedeckten Querhallen.

Was die Construction der Bahnhallen betrifft, so richtet sich diese hauptsächlich nach dem zu Gebote stehenden Material. In der Regel macht man die Bedeckung der Hallen in neuerer Zeit aus Guß- und Schmiedeisen, hauptsächlich aus letzterem, und zwar wendet man mehr flache als runde Stäbe an, da diese unter sich eine leichtere Verbindung zulassen.

Auf Taf. XXIV. sind verschiedene Hallenbedeckungen angegeben.

Fig. 1, 1a und 1b ist die Haupthalle auf dem Bahnhofe zu Karlsruhe;

Fig. 2, 2a zeigen die Dachconstruction der Einsteighalle zu Ulm auf der württembergischen Bahn;

Fig. 3, 3a geben die Dachconstruction der Einsteighalle zu Stuttgart.

Fig. 4 zeigt eine Halle der hannöverschen Bahn.

Fig. 5—5d geben die Construction einer englischen Bahnhofhalle. Die Sparren sowohl wie die Streben zeigen in ihrem Querschnitte die Gestalt eines T und bestehen aus gewalzten Schienen.

Fig. 6—6d zeigen die Dachconstruction der Einsteighalle auf dem Bahnhofe zu Lille; dieselbe ist ganz von Eisen und zwar nach dem System von Polonceau ausgeführt.

Fig. 7 und 8 sind Dachstühle auf hannöverschen Bahnhöfen.

Fig. 9 zeigt die Dachconstruction eines württembergischen Güterschuppens.

Fig. 10 gibt den Durchschnitt der Locomotivremise auf dem Bahnhofe zu Freiburg. Die gußeisernen Röhren liefern das Wasser aus dem Reservoir zu den Wasserkrahnen.

Was nun die Zahl der nach der ganzen Länge einer Hauptstation anzulegenden Parallelgeleise betrifft, so richtet sich diese natürlich zunächst nach der Bedeutung der Station und des auf ihr zu gewärtigenden Verkehrs. Die geringste Zahl dürfte 3 sein, jedoch wird man in der Regel 4 und darüber annehmen.

Die Länge dieser Geleise, sowie überhaupt die *Länge des Bahnhofs* ist

von der Oertlichkeit und von der Größe des Verkehrs abhängig, sollte aber nie unter 300 Meter betragen. Die geringste Breite einer Hauptstation dürfte zu 60 Meter angenommen werden.

Die Parallelgeleise sind an den Enden des Bahnhofs, sowie manchmal auch zwischen denselben mittelst Uebergangsbahnen zu verbinden, um einzelne Wagen und Wagenzüge von einer Spur in die andere übergehen lassen zu können.

Die Abstände der Parallelspuren, von Mittellinie zu Mittellinie, sollte nicht unter 4 Mtr. gewählt werden. Außer den genannten Parallelgeleisen und Uebergangsbahnen werden noch Ablenkungsgeleise zu den verschiedenen Remisen, Werkstätten und Magazinen erforderlich.

Diese Ablenkungskurven werden in gleicher Weise angelegt, wie die Uebergangsbahnen, von einer Spur zur andern, wenn nicht der Mangel an Raum die Anlage von Drehscheiben, mittelst welchen man unter einem jeden Winkel von einem Hauptgeleise ablenken kann, gebietet.

§. 85.

Wagen- und Locomotivremisen.

Was die Stellung der Wagen- und Locomotivremisen zu den Hauptgeleisen einer Hauptstation betrifft, so soll dieselbe der Art sein, daß die bezüglichen Fahrzeuge auf möglichst leichte Weise und nicht auf zu großen Umwegen auf und von den Hauptspuren aus und in die Remisen gebracht werden können.

In der Regel, wenn viele Fahrzeuge in einem Gebäude unterzubringen sind, ist diejenige Stellung, bei welcher die Längenachse der Remisengebäude senkrecht auf die Bahnachse zu stehen kommt, die bessere. Fig. 1, Taf. XXIII.

Das Ein- und Ausfahren der Fahrzeuge erfolgt in diesem Falle mittelst der Schiebebühnen, welche vor den Remisen von einer Bahn zur andern verschoben werden können. Die Fahrzeuge stehen in einem solchen Falle mit ihrer Längenachse senkrecht auf der Längenachse der Remise oder parallel mit der Achse des Hauptbahngeleises. Die Tiefe der Remisengebäude soll dabei so angenommen werden, daß höchstens zwei vierrädrige Transportwagen oder eine Locomotive mit Tender in dieser Richtung Platz finden, und hängt daher von den respectiven Längen dieser Fahrzeuge ab.

Vierrädrige Personenwagen 1ster und 2ter Klasse haben eine Länge von 5·85 Meter; zwei solche Wagen erfordern daher eine Tiefe der Remise von mindestens 12 Meter. Das Gleiche gilt für Wagen 3ter Klasse.

Sechsrädrige Personenwagen der Main-Neckarbahn haben eine Länge von 8 Meter; zwei solcher erfordern daher eine Tiefe von 16·5 Meter.

Die vierrädrigen Wagen dieser Bahn haben nur 6 Meter Länge, erfordern daher Remisen von 12·5 Meter Tiefe.

Die achträdrigen Wagen der Wien-Gloggnitzer Bahn haben 12 Mtr. Länge; die Tiefe der Remise muß daher mindestens 12·5 Meter betragen.

Die sechsrädrigen Locomotiven von Stephenson haben eine Länge von 6·9 Meter und sammt Tender von 12·9 Meter; sie erfordern daher Remisen von

mindestens 13·5 Meter Tiefe. Stehen 2 Locomotiven mit ihren Tendern hintereinander, so ist die Länge der Remise mindestens 30 Meter zu nehmen.

Eine Semmeringlocomotive hat mit Tender eine Länge von 10·7 Meter, erfordert daher Remisen von circa 12 Meter Tiefe.

Werden die Locomotiven remisirt, um in Reparatur zu kommen, so hat die Remise (Locomotiv-Montirungswerkstätte) eine 2 bis 3 Meter größere Tiefe zu erhalten, wie in dem Falle, wenn sie nur remisirt werden; auch ist der lichte Abstand der Remisengeleise größer zu nehmen.

Die Längenabmessungen dieser Gebäude richten sich nach der Zahl der zu remisirenden Wagen und Locomotiven. Als Minimum für die Entfernungen der darin befindlichen Geleise sollen 3·6 Meter, von Mitte zu Mitte, angenommen werden.

In der Regel bringt man mit den größern Wagenremisen noch 1 oder 2 kleinere Zimmer für den Wagenwärter und zur Aufbewahrung der zum Reinigen der Wagen erforderlichen Requisiten in Verbindung. Dasselbe findet auch bei den Locomotivremisen statt, indem hier Zimmer für Maschinenführer und Heizer vorhanden sein sollen. Mit den letztern Remisen ist auf den Hauptstationen in der Regel auch die Einrichtung zum Speisen der Tenders verbunden. Das Vorwärmen des Speisewassers wird dabei gewöhnlich durch den abgängigen Dampf der stehenden Dampfmaschine, welche zum Betrieb der Reparaturwerkstätten errichtet wird, bewirkt. Aus diesem Grunde erscheint es auch sachgemäß, die Reparaturwerkstätte möglichst nahe dem Heizhaus der Locomotive, beziehungsweise der Speiseeinrichtung zu bringen. Zuweilen bedingen die lokalen Verhältnisse eine andere Lage der Remisen gegen die Hauptgeleise, und gestatten weder nach der einen oder andern Richtung hin eine große Länge derselben; hier sind die Remisen mit den nach den Radien eines Kreises angeordneten Geleisen, welche alle auf eine gemeinschaftliche Drehscheibe hinlaufen, zu empfehlen. Fig. 10, Taf. XX.

§. 86.

Werkstätten.

Das Werkstättegebäude einer Hauptstation enthält im Allgemeinen folgende Lokalitäten:

a) Ein Lokal für die Aufstellung der stehenden Dampfmaschine, mittelst welcher die Arbeitsmaschinen in den Werkstätten, sowie die Pumpe zu der Speiseeinrichtung betrieben werden. Je nach der Ausdehnung der Werkstättenanlagen wird eine Maschine von 6, 10 bis 20 Pferdekräften zu wählen sein. Es erfordert nämlich:

Eine große Räderdrehbank für Locomotivräder . .	0·75—1·25	Pferdekräfte.
Eine Drehbank für Wagenräder	0·5—0·75	„
„ „ für schwere Gegenstände	0·3	„
„ „ für leichte „	0·2—0·25	„
Ein Ventilator (1200—1400 Umdrehungen pro Min.)	0·5	„
Eine große Hobelmaschine	0·3	„

Eine große Stoßmaschine	0·4	Pferdekräfte.
„ „ Lochmaschine	0·4	„
„ „ Bohrmaschine	0·3	„
„ „ Cylinderbohrmaschine	0·4	„

Allgemeiner Zuschlag für die Transmission 10 Proc. der Gesammtkraft.

b) Lokal für die Aufstellung eines Dampfkessels; wo immer thunlich sollte derselbe außerhalb des eigentlichen Werkstättegebäudes der Sicherheit wegen angebracht werden.

Diese Lokalitäten fallen natürlich weg, wenn die betreffende Oertlichkeit die Anwendung einer Wasserkraft gestattet.

c) Lokal für die Aufstellung einer Saug- und Druckpumpe für die Speisung des Wasserreservoirs, welches am besten unmittelbar über dieser Lokalität angebracht ist. Die Anlage eines Pumpwerks ist selbstredend überflüssig, wenn das Wasser auf natürlichem Wege in das Reservoir geleitet werden kann.

d) Eine Lokalität für die Aufstellung der Drehbänke, Hobel-, Stoß-, Bohr- und Schraubenschneid-Maschinen. Die Ausdehnung dieser Lokalität richtet sich nach der Anzahl und Beschaffenheit der aufzustellenden Maschinen, also auch der Größe des Betriebs der Bahn, sowie darnach, ob in der Nähe der Bahn ein größeres Etablissement ist, welches einen Theil der Reparaturarbeiten übernehmen kann. Ist letzteres nicht der Fall, so sind alle Maschinen und Einrichtungen nothwendig, die zum Baue einer Locomotive erforderlich sind, mit Ausnahme der Einrichtungen zur Fabrikation der Räder und Achsen, sowie zur Anfertigung der Kessel und der Gießerei.

Die Hauptwerkstätte für Reparatur des Transportmaterials erfordert in jedem Falle:

Für einen Ventilator zu 12 Schmiedfeuer	9	□Meter	Raum.
Für eine Lochmaschine	2·2	„	„
Für eine große Drehbank für Locomotivräder bis zu 1·95 Meter Durchmesser incl. Transmission und Aufspannvorrichtung	15·8	„	„
Für eine Drehbank für Locomotivräder bis zu 1·65 Meter Durchmesser	10·7	„	„
Für eine Drehbank zu Wagenräder nebst Transmission und Aufspannvorrichtung	7·2	„	„
Für eine Drehbank mit Leitschrauben zum Schraubenschneiden mit Support 4·2 lang	5·04	„	„
Für eine Drehbank zum Selbstdrehen und Schraubenschneiden	3·78	„	„
Für eine Drehbank mit Räderübersetzung 0·3 Meter Spindelhöhe, 1 Auflager, 1 Support	3·78	„	„
Für eine Drehbank mit 0·27 Meter Spindelhöhe ꝛc.	3·15	„	„
Für eine Drehbank mit 0·21 Meter Spindelhöhe	2·16	„	„
Für eine Drehbank mit hölzernen Wangen 0·21 Spindelhöhe	2·16	„	„

Für eine Drehbank mit Räderübersetzung, hölzernen Wangen und Support	4·89	□Meter Raum.
Für eine große Drehbank zum Schraubenschneiden mit Spindelstock und Support	8·19	„ „
Für eine große Hobelmaschine 4·35 Meter Banklänge	15·12	„ „
Für eine kleine Hobelmaschine	2·02	„ „
Für eine Feilmaschine mit Kreisbewegung	2·97	„ „
Für eine Fräßmaschine	0·81	„ „
Für eine große Stoßmaschine	5·76	„ „
Für eine kleine Stoßmaschine	1·08	„ „
Für eine große Bohrmaschine	1·35	„ „
Für eine Achsenlagerbohrmaschine	2·97	„ „
Für eine Maschine zum Ausbohren der Locomotivcylinder	2·16	„ „
Für eine Schraubenschneidmaschine	2·52	„ „
Für eine Mennigreibmaschine	0·81	„ „
Für eine Farbenreibmaschine	0·9	„ „
Für eine hydraulische Presse zum Auf- und Abziehen der Räder von den Achsen	3·6	„ „

In Ermanglung eines größeren Etablissements für Maschinenbau sind noch nöthig:

1 Flammofen für das Aufziehen der Radreife.
1 Schwanzhammer zum Schmieden schwerer Stücke und
1 Schweißofen hierzu.
1 Cirkularsäge.

Weiter sind erforderlich:

e) Ein Lokal für die Schmiedwerkstätte.
f) Ein Lokal für einen Werkstätteaufseher, am besten zwischen den beiden vorhergehenden Werkstätten gelegen.
g) Eine Werkstätte für Schreiner und Modelleurs.
h) Ein Lokal, um die zu verarbeitenden Materialien, als Eisen, Holz u. a. m. für Fertigung der Reparaturarbeiten, Unterhaltung der Bahn sowie für den Transportdienst, aufbewahren zu können, mit einem kleinen Bureau für den Materialverwalter. Sodann ist ein Raum vorzusehen für Reservestücke zu Locomotiven und Wagen, Weichen, Drehscheiben 2c.

Im Allgemeinen können folgende Materialien bezeichnet werden:

A. Für den Transportdienst:

Brennmaterial. Holz, Koaks, Steinkohlen.
Fettwaaren. Talg, Maschinenöl, Knochenöl, Repsöl.
Beleuchtungs- und Heizungsmaterialien für die Stationen und Wagenzüge.
Material zum Reinigen der Locomotive und Wagen.
Material zum Reinigen der Bureaus in den Stationen.

B. Für Unterhaltung des Transportmaterials.

Metallwaaren.

Schmiedeisen von allen Dimensionen.
Walzeisen — Bleche.

Radreife.
Wagenachsen (roh).
Gußstahl.
Federstahl und Schweißstahl.
Stahl-, Eisen-, Messing- und Kupferdraht.
Stahl-, Messing-, Kupfer- und Weißblech.
Eisenguß, Messingguß.
Zinn, Lothzinn.
Zink, Antimon, Blei.
Nägel aller Art.
Drahtstifte.
Schrauben.
Feilen.
Siedrohrringe, Siedröhren.
Bohrer.
Sägenblätter.
Nieten.

Holzwaaren.

Eschen-, Ruschen-, Rothbuchen-, Hainbuchen-, Nußbaum-, Pappel-, Eichen-Forlen-, Tannen-, Birnbaum-, Birken-Dielen. Rahmenschenkel, Latten, Maha-, goniholz, Stangen, Pfähle, Schwarten, Holzschaufeln, Pickel- und Hauenstiele, Besen- und Hammerstiele, Feilen, Drehhackenhefte, Koakskörbe, Reisigbesen, Pufferscheiben, Wagenschwellen.

Fettwaaren.

Leinöl, Repsöl, Lampenöl, Terpentinöl.

Brennmaterial.

Holzkohle, Schmiedgrieß, Steinkohle, Koaks.

Sonstiges Material.

Hanf, Werg, Pinsel, Bürsten, Pechkränze, Schwämme, Schmirgel, Glaspapier, Bimsstein, Glasröhren für Maschinen, Dochte, versch. Leder, Spitzstränge, Seile, Schleifsteine, Abziehsteine, Mennigkitt, Kali, Borax, Salmiak, Schwefelblüthe, Schwefel in Stangen, Kreide, Leim, Pfeifenerde, Tuch- und Seidenzeug für Wagen, Firniß, Farben aller Art.

Für Unterhaltung der Bahn sind noch gewisse Werkzeuge nöthig: als Stopfhacken, Taf. XXX., Fig. 19, 20 und 21, Hebeisen, Fig. 28, Brechstangen, Fig. 30, Spurmaß, Fig. 32, Klobenzieher, Fig. 29, Geißfuß, Fig. 33, Handrammen, Fig. 23, Schneeschaufeln von Holz, Hämmer und Schlegel versch. Art, Fig. 24 bis 27, Bleiwaage und Setzlatte, Fig. 22, eine Schienenbiegmaschiene, Fig. 17 bis 17c.

i) Ein Feuerlöschrequisitenmagazin.

Für die Lokalitäten h und i wird dann ein besonderes Gebäude aufgeführt, wenn die Vorräthe bedeutend sind.

k) Eine Wagenreparaturwerkstätte.
l) Eine Locomotivreparaturwerkstätte sog. Montirungswerkstätte.

Die sub k und l angeführten Lokalitäten werden häufig auch mit den Locomotiv- und Wagenremisen verbunden, indem man daselbst eine entsprechend große und heizbare Abtheilung bildet. Immerhin sind die Remisen in die Nähe der entsprechenden Werkstätten, oder umgekehrt die letztern in die Nähe der Remisen zu stellen. Taf. XXIII. Fig. 1.

Im Interesse des Betriebsdienstes ist es ferner, wenn mit den Werkstättegebäuden eine Wohnung für den Werkmeister verbunden wird.

§. 87.

Koaksschuppen.

Wenn zum Betrieb einer Eisenbahn die Koaksfeuerung bedingt ist, so wird es in den meisten Fällen nothwendig sein, auf den schicklich gelegenen Hauptstationen Vorräthe von Koaks zu halten und diese unter Dach zu bringen, d. h. Koaksschuppen zu errichten.

Die Größe dieser Koaksschuppen richtet sich nach dem Verbrauche der Koaks, also nach der Größe des Verkehrs und der Anzahl der Magazine auf einer Bahn. Ist aus der täglichen Anzahl der Züge auf einer Bahn, aus dem Verbrauch an Koaks während einer Fahrt, der tägliche Verbrauch berechnet, so wird es leicht sein, hiernach die Größe des Schuppens zu bestimmen. Es ist hierbei nur zu wissen nöthig, wie viel Wochen oder Monate die Vorräthe ausreichen sollen, und daß circa 5 Kubikfuß einen Centner oder 1 Kubikmeter 370 Kilgr. wiegen, sowie daß es zweckmäßig ist, die Koaks nicht höher als 3 bis 3·4 Meter hoch auf einander zu schichten.

In manchen Gegenden kann es auch vortheilhaft erscheinen, besondere Koaks-Brennereien anzulegen. Diese sind alsdann mit den Koaksschuppen zu vereinigen.

Sowohl die Koaksschuppen als auch insbesondere die Brennereien sind stets etwas entfernt von den übrigen Lokalitäten der Hauptstation aufzustellen, wie dieß z. B. bei den Stationen zu Harburg und zu Braunschweig, Taf. XXI., zu ersehen ist.

Wird Holz zu Feuerungsmaterial benutzt, so bedarf dieses zu seiner Aufbewahrung keine besonderen Magazine, sondern kann im Freien aufgesetzt werden.

§. 88.

Güterschuppen bei Hauptstationen.

Hinsichtlich der Stellung der Güterschuppen gilt außerdem, was hierüber bereits bei den Zwischenstationen gesagt worden ist, noch folgendes:

Die zweckmäßigste Lage des Güterschuppens ist in der Regel an der der Stadt zugekehrten Seite des Bahnhofes an dem Ende desselben, welcher der Richtung zugekehrt ist, nach der hin der größte Verkehr stattfindet, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Wenn der Schuppen an der Stadtseite der Geleise liegt, brauchen die meisten

Fuhrwerke beim Bringen und Abholen der Güter nicht über die Schienen zu fahren.

2) Da die Güterzüge mehrfach zugleich Personen mit befördern, so fahren diese regelmäßig auf dem Hauptgeleise vor dem Perron an und können daher, wenn der Güterschuppen auf derselben Seite mit dem Hauptgebäude liegt, die am Güterschuppen beladenen Wagen den Zügen in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Kraftaufwande angehängt und die angehängten Wagen nach dem Schuppen gebracht werden, während diese Operation viel mehr Kraft und Zeit erfordert, wenn der Güterschuppen auf der von der Stadt abgekehrten Seite der Geleise liegt.

3) Da an der nach der Stadt zugekehrten Seite des Bahnhofes wegen des Hauptgebäudes jedenfalls doch eine breitere Fläche an Grund und Boden erworben werden muß, so wird diese Fläche zu dem Güterschuppen und dessen Zufuhrwegen besser benutzt; man braucht daher auf der von der Stadt abgekehrten Seite der Geleise nur eine geringe Breite zu erwerben, welche bei weitem nicht ausreichen würde, wenn man den Güterschuppen auf jener Seite erbauen wollte.

4) Legt man den Güterschuppen an die Stadtseite der Geleise, so bleibt die andere Seite des Bahnhofes auf den meisten Zwischenbahnhöfen frei von Gebäuden; dadurch wird eine Vermehrung der Schienengeleise nach jener Seite hin möglich, wenn eine Vergrößerung des Verkehrs dieses erforderlich machen sollte, während eine solche Vermehrung der Geleise sehr beschränkt ist, wenn der Güterschuppen an jener Seite steht und daher die einmal angenommene Zahl von Geleisen zwischen dem Hauptgebäude und dem Güterschuppen nicht vermehrt werden kann.

Bei einer sehr bedeutenden Ausdehnung des Güterverkehrs auf einer Station, wird es nicht selten vortheilhafter erscheinen, einen gänzlich von dem Personenverkehr getrennten Güterbahnhof zu etabliren, und denselben mittelst Geleisen sowohl mit der Hauptbahn als auch mit dem Personenbahnhof in Verbindung zu setzen. Während daher bei einer Hauptstation mit wenig Güterverkehr der Güterschuppen so angeordnet werden kann, wie auf dem Bahnhofe zu Freiburg, Fig. 1, Taf. XXIII., so bedarf es bei einem bedeutenden Güterverkehr einer Absonderung des Güterbahnhofs von dem Personenverkehr, wie bei dem Bahnhofe zu Harburg, Fig. 1, Taf. XXI.

Im ersten Falle ist mit dem Güterschuppen ein kleines Zimmer für den Expeditor zu verbinden; im letzten Falle dagegen sind Lokalitäten für Expedition, Kasse, Packer, Wächter und öfters auch für ein Zoll- oder Steuerbureau erforderlich.

Es versteht sich wohl von selbst, daß außer den Gebäuden für die Güterablagerung auch noch Remisen für Transportwagen und Gütermaschinen erforderlich werden, und daß man auf eine getrennte Lagerung der ankommenden und abgehenden Güter Rücksicht zu nehmen hat, was entweder durch Errichtung besonderer Güterschuppen oder durch Abtheilung der Lagerpritschen geschehen kann; in allen Fällen muß jedoch die Anordnung getroffen werden, daß man nicht gehindert ist, jederzeit geladene Bahnwagen aus dem Waarenschuppen herauszu-

nehmen und zur Ladung bestimmte in denselben einzuführen, ohne andere in Ladung begriffene Wagen vorerst zur Seite bringen zu müssen.

Die Verladeplätze und übrigen Einrichtungen anlangend, so gilt für dieselben im Allgemeinen das Nämliche, was bereits hierüber bei den Zwischenstationen bemerkt worden ist.

§. 89.

Reinigungsgruben.

Die Reinigungs- oder Senkgruben, welche in und vor den Maschinenhäusern, in den Reparaturwerkstätten, sowie vor den Wasserstationen anzulegen sind, haben den Zweck, die Maschinen und Wagen genau nachzusehen, an denselben Reparaturen vornehmen, die Rosten in den Maschinen reinigen, oder das Feuer aus den Maschinen entfernen zu können.

Die Seitenmauern der Reinigungsgruben sind entweder von Backsteinen oder von Bruchsteinen aufzuführen und mit Langhölzern oder Quadern zu bedecken. Die Befestigung der Schienen geschieht im ersten Falle gewöhnlich mit Hackennägeln, im letzten mit Holzpflöcken.

An den Enden jeder Grube sind Treppen anzubringen und darf es nicht versäumt werden, der Grubensohle ein Längengefälle von mindestens 1:100 zu geben, um das Wasser, welches in sie geleitet wird, in einen Entwässerungskanal abzuführen.

§. 90.

Auch bei Hauptstationen hat man für eine entsprechende Einfriedigung zu sorgen, welche einfach und harmonisch mit den Bahnhofgebäuden gehalten sein sollte.

Die Bahnhofgebäude selbst sollen ein der Sache würdiges Aeußere haben, dabei nicht zu einfach, aber auch nicht überladen sein; die innere Eintheilung derselben muß dem Zwecke entsprechen, und es sind alle die nöthigen innern Einrichtungen möglichst einfach, geschmackvoll und unter steter Berücksichtigung des Kostenpunkts in Ausführung zu bringen.

§. 91.

Verschiedene Dispositionen ausgeführter Hauptstationen.

Wenn es irgend einen Zweig der Eisenbahnbaukunde gibt, in welchem noch Vieles zu lernen, noch manche Erfahrung zu machen ist, so ist es die Disposition der Bahnhöfe. Von ihr hängt vorzugsweise die Bequemlichkeit und Sicherheit des Bahnverkehrs ab; und da die Disposition eines Bahnhofs so sehr durch die Oertlichkeit bedingt ist, daß kaum 2 Bahnhöfe von ganz gleicher Anlage anzutreffen sein dürften, so muß es von größtem Nutzen sein, möglichst viele Bahnhofanlagen zu studiren.

Wir lassen daher einige der hauptsächlichsten Deutschlands hier folgen:

Bahnhof zu Harburg*). Taf. XXI. Fig. 1.

Dieser Bahnhof hat den Wasserverkehr mit dem Eisenbahnverkehr zu vermit-

*) Die Eisenbahnen im Königreiche Hannover, Förster's Bauzeitung 1851.

teln. Die Seeschiffe fahren unmittelbar bis an die Quaimauer des Bahnhofes. Die größere Zahl der Reisenden werden der Bahn von Hamburg zugeführt, von wo ab täglich 9 bis 10mal eine Dampfschiffverbindung mit Harburg besteht.

Diesem gemäß ist der Bahnhof projectirt, hat jedoch noch nicht in allen Theilen seine Bestimmung erreicht, da einmal die Dampfschiffe von Hamburg noch nicht unmittelbar an den Bahnhof anlegen, und der unmittelbare direkte Seeverkehr erst in der Entwicklung begriffen ist. Die meisten Güter werden daher noch in Hamburg gelöscht, und kommen von dort in kleinen Schiffen nach Harburg.

Die Einrichtung des Bahnhofs ist im Ganzen bequem und zweckmäßig, und hat die Erfahrung nur folgende Mängel herausgestellt.

1) Die Personenhalle ist etwas zu kurz, und kommen bei ankommenden Güterzügen die Personenwagen nicht immer an den Perron.
2) Der Güterschuppen wäre zweckmäßiger zum Theil unmittelbar an den Quai gebaut, um ein Entlöschen der Schiffe unmittelbar in den Schuppen möglich zu machen, und dadurch die Güter vor Regen zu schützen, sowie Arbeitskräfte zu ersparen. Diesem Uebelstande wird bei weiterer Entwicklung des Verkehrs unzweifelhaft durch die Erbauung eines Güterschuppens am Quai abgeholfen werden müssen.
3) Der Schuppen für Reservekoaks würde zweckmäßiger unmittelbar mit der Koaksbrennerei verbunden sein, um dadurch ein doppeltes Aufladen der Koaks zu verhindern.
4) Das Steuerbureau ist zu klein.
5) Das Wartezimmer auf der Seite der ankommenden Züge wird als solches nicht benützt, da die ankommenden Reisenden durchgängig sogleich in die Stadt oder zu den Dampfschiffen eilen; es ist daher überflüssig.

Die nöthige Erklärung des Grundrisses ist auf der Taf. XXI. gegeben.

Bahnhof zu Braunschweig. Taf. XXI. Fig. 2.

Folgende Erläuterung zu dem Situationsplane macht jede weitere Erklärung überflüssig.

A, A, A ist die Wallpromenade, welche die Stadt eng einschließt, und durch drei über den Ockerfluß führende Brücken mit dem Bahnhofe in Verbindung steht.

B, B ist der Ockerfluß, welcher mit einem Arme den Bahnhof in zwei Theile theilt, so daß der Personenverkehr mit der Gepäck-, Steuer- und Postexpedition von dem übrigen Betriebe getrennt ist.

D, D sind Straßen, welche die Stadt mit den Güterexpeditionen und Steinkohlenschuppen verbinden.

E, E sind zwei Fahrbrücken über den Ockerfluß zur Verbindung der Stadt mit dem Bahnhofe, und F ist eine Brücke für Fußgänger zum gleichen Zwecke.

G, G ist ein freier Platz für das Publikum.

H ist ein älteres Wohngebäude, zum Abbruche bestimmt.

J, J ist das Hauptstationsgebäude, enthaltend:

I. Ein Restaurationsgebäude, bestehend aus einem Souterrain mit Küche, Backofen, Weinkeller, Domestikenlokal, Brunnen xc., einem untern Stocke mit

a, a zwei Speisesälen mit Büffets;
b einem Vestibül;
c einem Kaffeezimmer mit Fenstern zur Aussicht in die Halle;
d, d zwei Durchgängen, von der Halle in's Freie führend;

einem zweiten Stocke, welcher in der Mitte einen Saal für das Publikum mit einem Balkon nach der innern Halle, und einem freien Corridor auf der Seite des Vestibüls, auf dem östlichen Theile die Wohnung des Restaurateurs, und im westlichen Theil die Bureau-Lokale der Eisenbahn-Commission enthält.

Einem halben Stocke im Dache mit kleineren Gemächern, theils von der Eisenbahn-Commission als Archive, theils von dem Restaurateur benutzt.

II. Den westlichen Theil, nebst einem Pavillon auf der Südseite, mit

a, a, a drei Wartlokalen;
b einem Portierzimmer;
c einem Lokal für die Billeterpedition;
d „ Zimmer für den Oberconducteur und Wagenmeister;
e, e zwei Zimmer für die Posterpedition;
f, f, f, 5 Piecen für die Erpedition des abgehenden Reisegepäcks, verbunden mit der Steuerabfertigung;
g Lokal der Gepäckträger, zugleich Durchgang für Beamte;
h Lokal der Hauptkasse;
i, i Säulenhalle;
k Rotunde mit Kuppel;

der südliche Pavillon enthält im zweiten Stocke die Bureaus der Bahnverwaltung.

III. Den östlichen Theil mit einem auf der Südseite liegenden Pavillon;

a Steuererpedition des ankommenden Reisegepäcks;
b, b Säulenhalle;
c südlicher Pavillon, im untern Stockwerk Wohnung des Bahnhofaufsehers, im zweiten Stock Wohnung des Bahndirectors.

IV. Halle; darin 3 Fahrgeleise, von denen das östliche für die ankommenden, das westliche für die abgehenden Züge, das mittlere zur Reserve bestimmt ist; alle 3 Geleise werden an beiden Seiten, und am nördlichen Ende von
a′ a′ a′ 3 zusammenhängenden Perrons umschlossen; sie werden ferner durch eine Schiebebühne b′ für Locomotive und Tender verbunden.

K. Eisenbahnbrücke.

Der zweite Theil des Bahnhofes enthält außer den 3 Hauptgeleisen die verschiedenen Nebengeleise und die zur Verbindung sämmtlicher Geleise erforderlichen Ausweichungen und Durchkreuzungen. Auf der östlichen Seite der Bahnen liegt

A das Maschinenhaus mit vier Geleisen, welche über versenkten Gruben liegen, aus welchen Ableitungskanäle abgehen.
a, a, a, a, Putz- und Heizräume. Auf der westlichen Fronte befindet sich ein Anbau mit Souterrain. Im Souterrain liegt
1, Keller, Niederlage für Oel ꝛc.;
1 Raum für den Kessel der stehenden Dampfmaschine;

1 Raum für einen Brunnen, welcher sein Wasser mittelst eines Kanals empfängt, und für zwei Wasserpumpen.

Im ersten Stock hat der Anbau 5 Räume.

1 und 5, Lokale für Koaksausgabe;

2 und 4, „ für Locomotivführer und Heizer;

3 Lokal für eine stehende Dampfmaschine von 6 Pferden.

Im zweiten Stock befindet sich ein Zimmer des Maschinenmeisters, in der Mitte ein großer Wasserbehälter, welcher durch Circulationsröhren mit dem Dampfkessel der stehenden Maschine in Verbindung steht, und durch die überflüssigen Dämpfe gewärmt wird. Vor den Lokalen 1 und 5 stehen Wasserkrahnen, so daß stets gleichzeitig Koaks und Wasser genommen werden können.

Nach der Ostseite zu hat das Maschinenhaus zwei Flügel, in welchen die Werkstätten befindlich. Zwischen beiden Flügeln liegt ein Bassin, in welches durch Faschinen das Flußwasser eindringt, und sich auf diese Weise reinigt. Aus dem Bassin führt ein Kanal in den Speisebrunnen.

Vor dem südlichen und nördlichen Ende des Maschinenhauses liegen zwei große Drehscheiben, auf welche alle Geleise des Maschinenhauses ausmünden, und auf diese Weise mit allen Geleisen des Bahnhofs in Verbindung gesetzt werden.

Dem Maschinenhause gegenüber liegen zwei Wagenschuppen, jeder mit drei Geleisen, und zwischen denselben 2 Drehscheiben.

Weiter südlich auf der östlichen Seite der Hauptgeleise sind 2 Koaksschuppen gelegen. Dieselben sind je in 10 Räume von 2·8 Meter Höhe für die Koaksablagerung eingetheilt. Zwischen beiden Schuppen liegt ein Bahnhofgeleise, welches auf die südliche große Drehscheibe führt. Letztere ist auf dem Plane nicht gezeichnet.

Den Koaksschuppen gegenüber liegt ein Güterschuppen mit einem Souterrain, einem Hauptstocke, und einem halben obern Stocke. Der Schuppen hat auf der vordern Seite eine Halle, unter welcher eine Bahn liegt, und eine solche auf der Rückseite, unter welcher die Fuhrwerke aus der Stadt an- und abfahren. Am nördlichen Giebel liegen die Bureaus der Steuerexpedition, am südlichen die Bureaus der Güterexpedition.

Ein zweiter Güterschuppen x soll noch ausgeführt werden.

n ist ein Weichenwärterhäuschen. Den auf der Westseite des Bahnhofs liegenden Holzhof hat eine von der Bahnverwaltung getrennte Administration, und steht nur durch ein Bahngeleise mit ersterem in Verbindung.

Bahnhof zu Wien (Wien-Triester Bahn).

Fig. 1, Taf. XX., ist der Situationsplan des Bahnhofs, wie derselbe für die ganze Wien-Raaber Eisenbahn bereits ausgeführt ist. Der Bahnhof befindet sich, dicht bei der Stadt Wien, zwischen der Belveder- und der Favoriten-Linie, und nimmt einen Flächenraum von circa 32000 Quadratklafter ein. Die ganze Fläche hat die Form eines gleichschenklichen Dreiecks. Die zwei gleichen Schenkel stoßen nach der Stadt zu unter beinahe rechtem Winkel zusammen, und ihnen entlang sind die eigentlichen Bahnhöfe für die Bahn nach Preßburg und nach Neustadt, beziehungsweise Triest. Zwischen den beiden kolossalen Personenhallen

befindet sich ein schöner freier Raum zum Vorfahren und Aufstellen der Equipagen.

Die hintere Seite dieses Vorplatzes wird von der Terrasse eines großen dreistöckigen Gebäudes begrenzt, dessen Hauptfront nach Wien gerichtet ist. Die untere Etage dieses Gebäudes enthält die Restauration, die obern Etagen dagegen enthalten Wohnungen für Beamte, das Bau- und die verschiedenen Administrationsbureaus, dann einen Saal für die Generalversammlungen. Den ganzen bis jetzt genannten Raum schließen hinter der Maschinenwerkstätte die Verbindungsgeleise der Preßburger und Neustadter Bahn ein, welche auf einem hohen Damme liegen, und an deren Vereinigung mit den Hauptgeleisen die Gebäude für die Betriebs-Ober-Ingenieurs errichtet sind. Ueber 400 Klafter von der Personenhalle entfernt steht erst die Wasserstation und das für das Dampfwagendepartement nöthige Gebäude.

Da von den höheren Behörden bestimmt wurde, daß die Laxenburger-Chaussée-Ueberfetzung 14 Fuß lichte Höhe erhalten sollte, so mußte der Bahnhof im engern Sinne auf eine zwischen Stützmauern befindliche Erdanschüttung gelegt werden, was seine Ausführung sehr vertheuerte.

Der Grundriß des ebenerdigen Geschosses ist in der Zeichnung auf der Preßburger Bahn in punktirten Linien dargestellt. Es enthält ein geräumiges Vestibül, das dem Eingange gegenüberliegende Kassalokal für die 3 Klassen, rechts vom Eingange ein Gewölbe, und diesem gegenüber die Gepäcksexpedition. Auf jeder Seite des Vestibüls führt eine breite Treppe in die obere Etage auf den eigentlichen Bahnhof. Die ankommenden Reisenden gelangen von der einen Treppe in eine Arkade, vor der auf der Straße die Fiacre und Omnibus aufgestellt sind. Unmittelbar hinter der Kasse, und durch eine Mauer von dieser getrennt, ist ein Wirthschaftslokal; die übrigen Räume sind Gewölbe, welche zu Magazinen verwendet werden. Da diese Magazine die bedeutende Last eines ganzen Trains zu tragen haben, so sind dieselben mit starken Kreuzgewölben überwölbt, die in der Mitte durch 10 freistehende Pfeiler getragen werden.

Die zweite Etage enthält über dem Vestibül die Säle b, c und d, welche zur Aufnahme der Reisenden 1ster und 2ter Klasse bestimmt sind, während die Passagiere 3ter Klasse sich vor denselben in der Personenhalle aufhalten sollen. In den genannten Fällen ist eine kleine Restauration eingerichtet. a ist eine Blumenbank, die mit einer Bretterwand umgeben und mit schönem Kies gedeckt ist; nach der Seite der Bahn reichen aus derselben Puffer zum Anprallen der Wagen, damit diese nicht von den Schienen laufen. Der Raum vor dem Pufferkasten a bildet die eigentliche Einsteighalle.

Das zweite Gebäude, welchem wir auf dem Bahnhofe begegnen, enthält das Bureau des Betriebs-Oberingenieurs.

Die Wasserstation, 400 Klafter von der Einsteighalle entfernt, besteht aus 4 Gebäuden, woran das vorderste das eigentliche Wasserreservoir, und außerdem einen Raum für 6 Locomotiven enthält; die beiden folgenden Gebäude sind Locomotiv-Remisen, und es befindet sich in dem letzten noch eine Werkstätte für kleinere Reparaturen an Dampfwagen; das vierte zur Seite stehende Gebäude ist ein

Administrationsgebäude, und enthält außer dem Bureau noch eine Wohnung des Maschinenmeisters.

Alle Gebäude liegen auf einem 13 Fuß hohen Damm. Hieraus geht schon hervor, daß die Gewinnung der bedeutenden Wassermenge zur Speisung der vielen von Wien abgehenden Trains nicht geringe Schwierigkeiten verursachte. Es blieb nichts anderes übrig, als den Wasserbedarf von der Maschinenwerkstätte her zu beziehen, wo es durch die beiden ohnedieß im Betrieb stehenden Dampfmaschinen in ein Reservoir gehoben wird, welches mit der Wasserstation durch eine Röhrenleitung in Verbindung steht. Im Winter wird das Speisewasser in der früher angegebenen Weise erwärmt. Gegenüber dem Ingenieurbureau ist eine kleine Rampe zum Aufladen der Equipagen auf die Bahnwagen. Ganz getrennt von dem Aufnahmsgebäude ist die Maschinenwerkstätte, und auf jeder Seite dieser letztern eine Wagenremise.

Betrachten wir das Geleisesystem des eigentlichen Bahnhofs, so finden wir in der Einsteighalle bis zur Auffahrt 4 Hauptbahnen mit 5 Verbindungsbahnen. In der Halle sind 2 große Drehscheiben, welche zum Drehen der Wagen und Uebersetzen derselben aus einem Geleise in das andere benutzt werden. Hinter der Halle sind noch 2 Geleise, wo die Frachtwagen aufgestellt, und die Waaren auf- und abgeladen werden. Bis an das Ende der Halle bei K liegen sie im Niveau des natürlichen Terrains; von hier jedoch beginnt eine Rampe von $\frac{1}{27}$ und $\frac{1}{30}$ Steigung, und geht bis an das Ingenieurbureau-Gebäude, wo sie die Höhe der Bahn erreicht. Diese bedeutende Steigung wird ebenfalls mit Dampfwagen befahren, allein die ihnen angehängte Last besteht gewöhnlich nur aus einem oder zwei Frachtwagen. Die Bestimmung der Bahnen auf der Wasserstation geht aus deren Anlage hervor.

Auf der hinter den Gebäuden laufenden Bahn steht gewöhnlich die Reserve-Maschine; noch eine Bahn, die sich von dieser aus verzweigt, und in sehr starker Neigung längs der Böschung des Dammes läuft, dient zum Aufstellen von Erd- und Schotter-Transport-Wagen.

Bahnhof zu Baden auf derselben Bahn.

Der kostspieligste Bahnhof nach dem Wiener ist der zu Baden. Fig. 9. Er liegt auf einer 18 Fuß hohen Auffüllung, welche eine obere Breite von 100 Fuß und eine Länge von 702 Fuß hat. Wie bei dem Wiener Bahnhof ist die Auffahrt für Wagen, welche auf der Bahn weiter transportirt werden sollen, durch eine Rampe hergestellt.

Wir bemerken 4 Gebäude, das eine ist das Administrationsgebäude, und enthält unter dem Bahnniveau: Vestibül, Kasse und Gepäckserpedition, sodann auf der einen Seite mehrere Gewölbe zu Magazinen, auf der andern Wirthschaftslokale; der obere Stock enthält ein Vorzimmer, Wartsaal und Wohnung für einen Ingenieur. Das Gebäude hinter dem eben beschriebenen Administrationsgebäude bildet die Wasserstation, und enthält unten Magazine, Pumpwerk, Kessel zum Vorwärmen des Speisewassers, oben das Reservoir, Wohnungen für Beamte, und ein Zimmer für Locomotivführer.

Die beiden übrigen Gebäude an den Enden der Station enthalten eins die Locomotivremise mit einer Tischlerwerkstätte im untern Geschosse, das andere die Schmiede, deren ebenerdige Räume zu Magazinen verwendet werden.

Zwei weitere Bahnhöfe erster Klasse, nämlich der für die Nordbahn bestimmte Wiener Bahnhof und der Bahnhof zu Brünn, sind auf der Taf. XX. Fig. 11 und 10 enthalten. Bei dem erstern steht das Aufnahmsgebäude parallel mit den Hauptgeleisen, bei der letztern dagegen normal auf dieselben, und bildet sonach den Kopf der Station.

Taf. XXII., Fig. 1 und 2 zeigt die Situationen des Bahnhofs zu Prag und der Station Pardubitz.

In beiden bedeuten:

a Aufnahmsgebäude;
b, b Wartsäle;
c Halle;
d Locomotivremise;
e Gebäude für die Heizung der Locomotiven;
f Dampfmaschine;
g Werkstätten;
h Wohnungen;
i Wagenremisen;
k Waarenmagazine;
l Administrationslokale;
m Bauplätze;
n Waarenlager (Depot);
s Remise.

Taf. XXIII., Fig. 1 enthält den Grundriß des Bahnhofs zu Freiburg auf der Bahn von Mannheim nach Basel. Die nöthige Erklärung findet sich auf der Tafel selbst und ist nur hinzuzufügen, daß dieser Bahnhof hinsichtlich der Anlage der Gebäude im Allgemeinen, sowie der innern Einrichtungen derselben als vollkommen gelungen betrachtet werden kann. Wie die ganze Disposition dieses Bahnhofs den Verhältnissen des Betriebs entspricht, so entsprechen auch die Gebäulichkeiten in jeder Hinsicht ihrem Zwecke und den Verhältnissen der Lokalität. Fig. 2 ist die vordere Ansicht des Bahnhofs.

Taf. XXI., Fig. 3 zeigt den Situationsplan des Bahnhofs zu Castel bei Mainz. Das Bureaugebäude A, welches an der Straße liegt, ist für den Reisenden durch das Thor T″ zugänglich. Durch die Vorhalle c gelangt man an das Gepäckbureau i und das Billetabgabebureau d; a und b sind Wartsäle, von denen führen die Wege s, s zu der Halle H auf die Einsteigtrottoirs b′ b′. Die ankommenden Reisenden steigen in der Halle H aus, erhalten daselbst ihr Gepäcke und finden den Ausgang durch das Thor T′. L ist ein Schuppen, in welchem kleinere Reparaturen an den Locomotiven vorgenommen werden; für größere Reparaturen ist außerhalb des Bahnhofs eine mechanische Werkstätte.

W′ sind Wagenremisen;
W Wasserreservoir mit dem Wasserkrahn k;

P, P sind projectirte Schuppen für Gepäcke;

f, f Aborte.

Sämmtliche Gebäude sind von Holz construirt, da sie noch im Festungsrayon liegen, und bei vorkommenden Belagerungen abgeschlagen werden müssen.

Die Fig. 6, 10 und 11 geben die Grundrisse der Bahnhöfe zu Düsseldorf, Cöln und Aachen.

Für den Bahnhof zu Düsseldorf bedeutet:

a Vestibül;

b Vorzimmer;

c Wartsaal, d Salon für Männer;

e Salon für Damen;

f Gepäckbureau;

g Korridor;

h Bureau;

i Kasse, k Wohnung des Kassiers.

Für die Bahnhöfe zu Köln und Aachen bedeutet:

a Aufnahmsgebäude;

l Locomotivremise;

k Wasserkrahn;

v Wagenremise;

h Ein- und Aussteigetrottoirs;

t, t Aus- und Eintrittsthore;

p Gepäckbureau. *)

§. 92.

Bemerkungen über die Ausführung der Stationen.

Bei der Ausführung der Stationen ist die genaueste Lage der einzelnen Baulichkeiten gegeneinander von so bedeutender Wichtigkeit, daß es durchaus unerläßlich ist, vor dem Beginn der Ausführung einen vollständigen Grundriß in einem großen Maßstabe (1 : 250) anzufertigen, in welchem alle Baulichkeiten und Anlagen, die Geleise und Ausweichungen mit den Excentriks, die Drehscheiben, die Schiebebühnen, die Trottoirs, Verladeplätze, Pflasterungen, Reinigungsgruben, Entwässerungsgräben, Abfalllöcher, Brunnen, Einfriedigungen mit den Thoren, sowie die Gebäude mit ihren vollständigen Grundrissen eingetragen sind, auf welchem ferner die erforderlichen Querprofile gezeichnet, und sämmtliche Hauptpunkte mit Zahlen als Abscissen und Ordinaten gegen die Bahnhofachse festgelegt werden.

Nur mit Hülfe eines solchen Grundplanes ist es möglich, die Arbeiten regelrecht anzugreifen, und mit möglichster Zeitersparniß und Oekonomie durchzuführen.

---

*) Weitere Grundrisse von Bahnhofanlagen sehe man:

1) Förster's Bauzeitung. 1851.

2) Annales des ponts et chaussées 2 Serie. 1845.

3) Nachweisungen des badischen Eisenbahnbaues.

Mit der Aussteckung und Festlegung der ganzen Bahnlinie liegt auch in der Regel die Achse des Bahnhofes fest. Diese ist nun zunächst durch solide Pfähle am Anfange und Ende des Bahnhofs, sowie etwa alle 30 Metr. zu bezeichnen, und es dienen diese Pfähle später als Fixpunkte für die weitere Absteckung und Höhenlage der Stationsgebäude 2c.

Ist der für die Planie des Bahnhofs auszuführende Auf- oder Abtrag nicht zu bedeutend, so ist es sehr zweckmäßig, diese Pfähle gleich in die richtige Bahnhofshöhe, und zwar in die Höhe des Schienenkopfes zu setzen.

Liegt der ganze Bahnhof im Abtrage, so ist vor Allem die Planie desselben erst abzutragen, und muß dabei sogleich das richtige Querprofil mit Berücksichtigung der Beschotterung, Pflasterung, der Bettungsgräben 2c. hergestellt werden.

Liegt der Bahnhof dagegen im Auftrage, oder theilweise im Abtrage, so ist vor dem Angriffe der Erdarbeit eine vollständige Aussteckung des Bahnhofs vorzunehmen.

Nicht allein die Ecken der sämmtlichen Gebäude müssen durch feste Pfähle bezeichnet werden, sondern auch die Drehscheiben, Verladeorte, Perronmauern, Reinigungsgruben 2c. sind durch Pfähle zu markiren, damit das Bild des ganzen künftigen Bahnhofs klar vorliegt, beim Ausführen der Erdarbeiten jeder Aufseher die Anordnung übersehen, und den ertheilten Instructionen zur Vermeidung jeder unnöthigen Erdarbeit nachkommen kann.

In der Regel wird es zweckmäßig sein, den Auftrag des Bahnhofs anfangs nicht gleich vollständig auszuführen, vielmehr erst nach und nach mit dem Fortschreiten der Gebäude 2c. herzustellen.

Nicht unwesentlich ist die Ablagerung der Baumaterialien. Es erscheint zweckmäßig, in den Specialgrundriß des Bahnhofs eine vollständige Disposition der Materiallagerung für jedes Gebäude 2c. und die übrigen Baulichkeiten vorher einzuzeichnen Daß es dabei in der Regel gut sein wird, die Kalkgruben für einige Gebäude in der Nähe des zuerst auszuführenden Brunnens bei dem Hauptgebäude, und die Kalkgruben für die Wasserstationen neben den für diese erforderlichen und ebenfalls gleich anfangs anzulegenden Brunnen, und zwar so zu projectiren, daß dieselben später weder in Gebäude noch unter Schienengeleise, Drehscheiben 2c. zu liegen kommen, bedarf wohl keiner weitern Auseinandersetzung. Zuweilen dürfte es auch zweckmäßig sein die Kalkgruben in die Oekonomiehöfe zu legen, und später zu den erforderlichen Düngergruben zu verwenden.

Die Bauhütte auf dem Bahnhofe, welche gleich anfangs herzustellen ist, muß in die Höhe der künftigen Bahnhofsplanie gestellt werden, damit sie nach Beendigung des Bahnhofs noch einige Zeit stehen bleiben kann. Ist der Bahnhof ziemlich entfernt von der Stadt, so ist mit der Bauhütte ein Bureau für den Ingenieur zu verbinden.

Bezüglich der Ausführung der einzelnen Baulichkeiten dürften folgende Grundsätze aufzustellen sein:

1) Bei Anlage der Geleise auf dem Bahnhofe behalte man im Allgemeinen das für die Bahn angenommene Constructionssystem bei; nur in Wagen-

schuppen und für Neben-Geleise, die nicht von Maschinen befahren werden, gestatte man leichtere Schienen und überhaupt einen leichtern Oberbau.

2) Hinsichtlich der Radien für die Krümmungen und Ausweichungen halte man sich an die früher angegebenen Regeln.

3) Sämmtliche Weichen sollen selbstwirkend sein und einlegbare Zungen haben. Gußtheile meide man gänzlich. Die Weichen sind mit Rücksicht auf den künftigen Betrieb so anzuordnen, daß sie möglichst wenig Bedienung brauchen. Damit sie nie ihren Dienst versagen, mache man die Zungen so leicht als thunlich, und halte ihre Unterlager und Drehpunkte gut geschmiert und frei von Staub und Sand. Die Gewichte sollen ziemlich schwer und kräftig sein.

4) Dieselbe Sorgfalt als den Weichen, sollte der Ausführung der Kreuzungen gewidmet werden. Am besten werden dieselben ganz aus Schmiedeisen construirt, und damit sie im Voraus angefertigt und für vorkommende Auswechselungen in Reserve gehalten werden können, erscheint es angemessen, bestimmte Halbmesser für die Weichen festzustellen, und die Kreuzungsstücke diesen entsprechend anzunehmen.

Die Spurweite bei einer Kreuzung nehme man etwas kleiner an, als in den übrigen Theilen der Weichen, damit keine Stöße in den Fahrzeugen vorkommen. Die Entfernung der Zwangschiene von dem Kreuzungsstück richtet sich nach der innern Weite der engsten Räderpaare.

Zweckmäßig ist es immer die Flächen zwischen den Schwellen unter den beweglichen Weichenzungen mit Steinplatten zu belegen oder abzupflastern.

Zu den Weichenzungen nehme man nur die besten Schienen.

5) Die Drehscheiben und Schiebebühnen construire man aus Schmiedeisen; nur bei kleinern Drehscheiben, welche zum Drehen von vier oder sechsrädrigen Wagen dienen, gestatte man gußeiserne Träger. Sehr wesentlich ist die Fundamentirung einer Drehscheibe. Dieselbe besteht gewöhnlich aus einem ringförmigen Bruchsteinmauerwerke, welches auf festem Grunde oder auf Beton ruht. Das Auflager des Mittelzapfens geschieht auf einen Pfeiler von Sandsteinquadern, oder wenn dieß zu kostspielig, auf ein gußeisernes Kreuz. Der die Drehscheibe einschließende Ring ist entweder ganz von Quadern oder von Ziegelmauerwerk und oben mit einem Ringe von Eichenholz abgedeckt.

Das in den Mauerkranz eindringende Regen- und Schneewasser soll durch einen kleinen Kanal abgeleitet werden.

6) Die Schiebebühnen mit versenktem Geleise meide man so viel als möglich. Von den bis jetzt bekannten Constructionen der Schiebebühnen ohne versenktes Geleise haben sich die nach dem System von Ormerond und von Dunn als die zweckmäßigsten erwiesen. Die Constructionen von Brunnel und Fox haben keine praktische Anwendung gefunden.

7) Was die Perrons für den Personenverkehr betrifft, so erscheint es wünschenswerth, dieselben sämmtlich nach gleichen Dimensionen auszuführen,

und ihre Höhe nicht über 0·54 Metr. anzunehmen; nur die Perrons der Anhaltestellen und kleinen Zwischenstationen nehme man niedriger an.

Bei den Perrons auf Hauptstationen empfehlen sich die Steineinfassungen und Asphaltbelage; bei allen übrigen genügt eine Erdhinterfüllung.

Die Perrons für den Güterverkehr sind entweder die gewöhnlichen Perrons vor den Güterschuppen oder Einfassungsmauern der Rampen. Die ersteren sollen wenigstens eine Breite von 0·9 Metr. haben und durchlaufend sein.

8) Die Verladeplätze oder Rampen sollen zum End- und Seitwärtsladen eingerichtet sein.

9) Eine Hauptregel muß es sein, die Wege, auf welchen Fuhrwerke auf den Bahnhöfen vorfahren müssen, gleich von vorn herein solid und gut herzustellen, also entweder zu pflastern oder zu macadamisiren. Alle übrigen Stellen des Bahnhofs sind 0·12 Metr. hoch zu überkiesen und ist dabei Rücksicht auf die Entwässerung des Bahnhofs zu nehmen.

10) Die auf den Bahnhöfen zur Entwässerung auszuführenden Kanäle sind entweder aus Steinplatten oder Ziegeln auszuführen. Die Hauptkanäle genügen mit 0·6 Metr. Weite und 0·75 Metr. Höhe; die Seitenkanäle zur Entwässerung der Flächen zwischen den Geleisen sind nur 0·09 Metr. breit und hoch, und liegen etwa 0·35 Mtr. unter der Oberfläche des Bodens. Ihr Gefälle soll mindestens 1 : 250 betragen.

Die Abfalllöcher in die Hauptkanäle sind mit gußeisernen Gittern zu bedecken.

11) Die Hochbauten sollen im Allgemeinen anständig solid und dauerhaft sein; eine auf Kosten der Dauerhaftigkeit erzielte Sparsamkeit kann für ein Bauwerk, welches eine dauernde Bestimmung hat, nicht gerechtfertigt werden. Seitdem das Eisenbahnwesen nicht nur in England, Frankreich und Belgien, sondern auch in Deutschland eine so große Ausdehnung gewonnen hat, sind für die Bestimmung über die Ausdehnung der Gebäude schon genügend sichere Anhaltspunkte gegeben, weßhalb interimistische Anlagen um so mehr unterbleiben sollten, als sie bei zu geringer Dauer noch die Nachtheile haben:

a) Daß die Kosten sich vergrößern.

b) Daß leichte interimistische Gebäude überhaupt nicht genügen, indem sie gegen Wind und Wetter, gegen Staub und gegen Feuersgefahr nicht denjenigen Schutz gewähren, den man für die kostbaren Betriebsmittel verlangen muß. Maschinen und Wagen werden schneller zu Grunde gerichtet und die Folge davon ist also wieder großer Geldverlust.

Die provisorischen Werkstätten und Bureaus lassen sich im Winter nicht gut erwärmen, wodurch der Dienst beeinträchtigt und viel Brennmaterial verschwendet wird.

c) Daß den Reisenden solche Anlagen nicht die Bequemlichkeit und Annehmlichkeit gewähren, die sie auf andern Bahnen gewohnt sind und die sie bei Bezahlung gleicher Fahrpreise mit Recht beanspruchen können.

d) Daß durch die Ausführung der definitiven Gebäude während des Betriebs sowohl für den Bau als für den Betriebsdienst manche Schwierigkeiten und Unzuträglichkeiten herbeigeführt werden.

12) Es sollte stets darauf gehalten werden, daß zu den Hochbauten nur gute Materialien verwendet werden, denn in der Wahl guter Materialien und solider Arbeit liegt die wahre Sparsamkeit.

Eilfter Abschnitt.

Geneigte Ebenen und atmosphärische Eisenbahnen.

Geneigte Ebenen und atmosphärische Eisenbahnen.

Geneigte Ebenen bei Eisenbahnen.

§. 93.

Allgemeine Bemerkungen.

Bei den vielen theils schon ausgeführten, theils noch im Project liegenden Eisenbahnen ergab sich und wird sich vielleicht hin und wieder aus den Resultaten sorgfältiger Terrainuntersuchungen ergeben, daß mitunter Bahngefälle angenommen werden müssen, deren Uebersteigung ohne besondere Hülfsvorkehrungen unmöglich ist. Man wird zwar in den meisten Fällen im Stande sein, die Unebenheiten des Bodens durch Abgrabungen und Aufdämmungen auszugleichen; man kann nach Umständen das Gefälle der Bahn durch kostspielige Erdarbeiten, Viaducte und andere Kunstbauten mindern, und der Natur ein gleichförmigeres und günstigeres Niveau abgewinnen; man kann Anhöhen umgehen, und selbst wieder diese Umgehungen mit Hülfe von Einschnitten und Tunnels vermeiden; allein es gibt auch Fälle, wo diese Hülfsmittel gar nicht oder nur theilweise in Anwendung kommen können, wo die Befolgung dieses natürlichen Ausweges den Aufwand eines zu großen Kapitals verlangen würde, oder wo lokale Verhältnisse einen plötzlichen Uebergang von einem niederen zu einem höheren Niveau bedingen, und wo es sich wenigstens um den wichtigen aus dem Ergebnisse der Rechnungsbalancen fließenden Punkt handelt, ob Umgehungen, Durchstiche 2c., oder directe Ueberwindung des Gefälles mittelst geneigten Ebenen und mechanischer Hülfsmittel rathsamer wären.

Das Terrain der erwünschten Bahnlinie kann möglicher Weise so ansteigen, daß nach allen vorgenommenen Abgrabungen und Aufdämmungen doch noch ein Gefälle bleibt, dessen Steigung bei Anwendung des Pferdezugs zu bedeutenden Vorspann erforderte, und die Förderung des Transports durch Locomotiven ohne mechanische Beihülfe rein unmöglich machen würde.

Will man daher, daß der Wagenzug dessen ungeachtet die Höhe gewinnen soll, so bleibt keine andere Wahl, als zu mechanischen Vorrichtungen zu greifen, welche das Emporschaffen der Züge vermitteln oder wenigstens erleichtern, im Verhältniß zum Effekt auch nicht zu große Kosten verursachen, und die Fracht mit hinreichender Geschwindigkeit expediren.

Die größten Steigungen, welche man in neuester Zeit mit 39 Ton. schweren Locomotiven befahren hat, betragen 1:45 bis 1:40 auf größeren, und 1:35 bis 1:30 auf kleinern Bahnstrecken, und es dürften diese vorerst als die größtmöglichen für den Locomotivbetrieb angesehen werden.

Bedingt eine Lokalität noch größere Steigungen, so werden die oben erwähnten mechanischen Vorrichtungen, welche besonders in der Anlage sog. selbstwirkender Rampen, oder in der Aufstellung stehender Dampfmaschinen bestehen, unablässig erforderlich sein. In beiden Fällen wird man sich der Seile zum Auf- und Ablassen der Züge bedienen, und nennt daher im Allgemeinen diese Bahnstrecken auch „Seilebenen."

Der Seilbetrieb auf Eisenbahnen, also das System mit Hülfe stehender Dampfmaschinen oder abwärtsgehender Züge, die als Gegengewichte wirken, die Wagenzüge aufwärts zu bringen, ist, wie im §. 31 erwähnt, seit 1808 in Anwendung, und mithin älter als der Betrieb mit Locomotiven.

Seit dieser Zeit wurde sowohl in England wie in Frankreich, Belgien und Deutschland dieser Seilbetrieb auf Eisenbahnen für Personen- und Güterverkehr, am meisten aber auf Kohlenbahnen eingeführt, und hat sich bei den letztern bis auf den heutigen Tag erhalten. Weniger war dieß bei den Eisenbahnen für Personen- und Güterverkehr der Fall, hier traten verschiedene Mängel hervor, als Unregelmäßigkeit und Unsicherheit des Betriebs, sowie zu großer Kostenaufwand. Zur Beseitigung dieser Mängel, namentlich des großen Kostenaufwandes, entfernte man entweder nur die stehende Dampfmaschine und führte, wenn es äußerst die Verkehrsverhältnisse gestatteten, das Compensationssystem ein, wobei man also mit Hülfe eines herabgehenden Zuges den aufwärtsgehenden in Bewegung setzte, oder man entfernte die ganze Einrichtung (Maschine und Seil), und ließ die Züge, sofern die Steigung nicht zu groß war, durch schwerere Locomotivmaschinen die schiefe Ebene hinaufziehen. Ein Beispiel für den ersten Fall liefert die schiefe Ebene bei Elberfeld, ein solches für den zweiten die schiefe Ebene auf der Birmingham-Gloucester Bahn, auf welcher die erste Tenderlocomotive Anwendung fand. Wenn auch die Züge auf den schiefen Ebenen mit Locomotivbetrieb anfangs nur mit geringer Geschwindigkeit, etwa 2 bis 3 Meter, fortbewegt werden konnten, so gestalteten sich doch die Betriebseinrichtungen schon weit einfacher und weniger kostspielig, wie bei Anwendung feststehender Maschinen, und es ließ sich daher wohl erwarten, daß in wenigen Jahren bei den außerordentlichen Fortschritten im Baue der Locomotivmaschinen, der Locomotivbetrieb fast allerorten eingeführt werden wird. Wohl den glänzendsten Beweis für die Fortschritte im Locomotivbau liefern die neuen Engerth'schen Tenderlocomotiven, welche ohne Tendergestell ein Gesammtgewicht von 39 Ton., und mit gekuppeltem Tendergestelle von 56 Ton. haben, und bei mittlerer Witterung und einer Steigung von 1:40 eine Bruttolast von 440 Ton., beziehungsweise 185 Ton. mit 2 Mtr. Geschwindigkeit ziehen.

Der Locomotivbetrieb ist sonach auf Bahnen mit $1/_{40}$ Steigung, nach den neuesten Erfahrungen (Semmering-Bahn in Oesterreich) nicht nur gut ausführbar, sondern im Vergleich zum Seilbetrieb auch überwiegend vortheilhafter,

und dürfte es selbst dann noch sein, wenn die zu ersteigenden Bahnstrecken eine Steigung von 1:35 bis 1:30 haben, dabei aber nur kurz sind, und in der Nähe einer Station liegen.

Wenn wir hiernach mit ziemlicher Sicherheit annehmen können, daß die noch im Betriebe befindlichen schiefen Ebenen mit Steigungen von höchstens 1:30, in kurzer Zeit frei mit Locomotiven befahren werden, so dürfen wir mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der Locomotivbetrieb auf Bahnen von noch größerer Steigung nicht mehr vortheilhaft ist, indem die Schwere den Locomotiv-Maschinen einen so beträchtlichen Theil ihrer Kraft entzieht, daß sie außer dem eigenen Gewichte nur noch eine geringe Last fortzuschleppen im Stande sind, daß vielmehr der Seilbetrieb allein zu annehmbaren Resultaten führen wird.

Um nun einen deutlichen Begriff von der Anlage und dem Betriebe einer Seil-Ebene zu geben, theilen wir in dem Folgenden die Beschreibung einiger ausgeführten Werke dieser Art mit.

§. 94.

Geneigte Ebene bei Lüttich in Belgien.*)

Erst nach mehrjährigen, sich über eine große Menge von Projecten erstreckenden Vorarbeiten und Untersuchungen konnte sich die belgische Regierung bei der Führung der Eisenbahn von der Hochebene bei Ans in das Thal der Maas bei Lüttich dazu entschließen, schiefe Ebenen in Anwendung zu bringen, welche ungeachtet der kostbaren und schwierigen Arbeiten, die sie erfordern, doch das zweckmäßigste Mittel darbieten, um die Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Unebenheiten des Bodens in der Nähe der Stadt Lüttich der Anlegung dieser Eisenbahn in den Weg legten.

Die Bahnlinie beschreibt, von der Station bei Ans ausgehend und sich nach der Maas zuwendend, eine Kurve von 2350 Mtr. Radius in der Horizontalebene, und erreicht den Gipfel der ersten schiefen Ebene, welche auf 1980 Mtr. Länge in gerader Linie 55 Mtr. Fall hat (1:36); dann folgt eine horizontale Strecke von 330,1 Mtr. Länge, welche eine Art Terrasse bildet, auf welcher die Maschinengebäude stehen, und eine 190 Mtr. lange Kurve von 350 Mtr. Radius enthält; hierauf eine zweite der ersten völlig gleiche schiefe Ebene. Fig. 1 und 2, Taf. XXVIII. Am Fuße derselben befindet sich die Hauptstation Lüttich, welche in einem Bogen von 1000 Mtr. Radius liegt.

Die Züge laufen die schiefen Ebenen abwärts durch die bloße Wirkung der Schwere, welche durch die Bremse der Wagen, sowie dadurch geregelt wird, daß man ihnen besondere Bremswagen beigibt, die 8000 Kilgr. Gewicht haben, und mit sehr kräftigen Bremsen versehen sind.

Zum Aufwärtsziehen der Züge dienen Drahtseile, die durch stehende Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden. Jede der beiden schiefen Ebenen ist mit einem solchen Seil ohne Ende versehen. Die Maschine, welche das Seil der

*) Annales des ponts et chaussées 2 Série. 1843.

untern schiefen Ebene bewegt, befindet sich, übereinstimmend mit der gewöhnlich befolgten Anordnung, auf dem Gipfel dieser Ebene; diejenige Maschine aber, welche für den Betrieb der obern Ebene bestimmt ist, steht am Fuße dieser Ebene. Beide Maschinen sind also in einem und demselben Gebäude vereinigt.

Diese eigenthümliche Einrichtung gewährt mehrere Vortheile. Da die Maschinen vereinigt sind, so kann vermöge einer sehr zweckmäßigen Anordnung im Fall einer Reparatur die eine die Stelle der andern vertreten, wodurch Reservemaschinen erspart werden, welche die Anlagekosten verdoppelt hätten; ferner ergibt sich aus der gedachten Einrichtung eine große Ersparniß an Brennmaterial, indem sie gestattet, die Zahl der Kessel sehr zu vermindern, die man hätte im Feuer halten müssen, wenn die Maschinen von einander getrennt angebracht worden wären; denn dieselben Kessel, welche die Maschine der untern Ebene in Gang gesetzt haben, erzeugen den Dampf, welcher dazu dient, die Maschine der obern Ebenen in Bewegung zu setzen. Auch das bei den Maschinen aufgestellte Personal wird sehr vermindert, und diese Centralisation der bewegenden Kraft gibt dem Dienste mehr Einheit. Der Posten des Maschinenmeisters, der sich außerhalb des Maschinengebäudes befindet, gestattet ihm, gleichzeitig auf beide schiefe Ebenen und auf die Maschinenwärter zu sehen; ohne seinen Ort zu verändern, kann er die Maschinen in Bewegung setzen oder zum Stillstande bringen. Er hat ferner einen Zeiger auf einem Zifferblatte vor Augen, dessen Bewegung, welche dem Vorrücken jedes aufsteigenden Zuges entspricht, seinen Ort auf der schiefen Ebene anzeigt, dieser Zeiger ist besonders bei Nacht und bei nebligem Wetter von großem Nutzen.

Um von einem Ende der schiefen Ebene zum andern die nothwendigen Signale zu geben, bedient man sich eines besondern Signalisirungsapparates, welcher sprachrohrähnlich wirkt. Mittelst dieses Apparates wird dem Maschinenmeister nicht nur Nachricht gegeben, sobald ein Zug bereit ist, die untere Ebene zu ersteigen, sondern auch sobald derselbe den Gipfel der obern Ebene erreicht hat. Man wendet ihn aber auch an, um die Ankunft der herabgehenden Züge anzuzeigen.

Um die Wagenzüge an das Tau zu befestigen, wendet man die an dem Bremswagen angebrachte Zange, Fig. 7 und 7a an.

Das zum Ziehen auf jeder schiefen Ebene dienende Drahtseil ist ein endloses. Um alle Biegungen desselben zu verfolgen, wollen wir einen beliebigen Punkt in's Auge fassen, z. B. den, wo die Züge am Fuße der untern Ebene an das Seil befestigt werden; von diesem Punkte an aufwärts läuft es in der Mitte des Geleises über Rollen hin, die in Abständen von 10 Mtr. angebracht sind. So bleibt es sichtbar bis zu der Stelle, welche zum Losmachen der Züge bestimmt ist; dann senkt es sich, geht in einen unterirdischen Kanal über und kommt hierauf auf eine horizontale Leitungsrolle f, Fig. 1, welche ihm die erforderliche Richtung ertheilt, um in die Rinnen der 4,8 Mtr. im Durchmesser haltenden Bewegungsrollen c, c überzugehen, die einander wie in einem Flaschenzuge gegenüber stehen, um jede von ihnen macht das Seil 5 halbe Umläufe, welche die Adhäsion hervorbringen, die zum Emporziehen des Zuges erforderlich ist. Wenn das Seil die Bewegungsrollen verlassen hat, macht es einen halben Umlauf um eine hori-

zontale bewegliche Rolle d, die sich auf einem Spannwagen hinter dem Gebäude der stehenden Maschine befindet. Dieser Spannwagen steht mit 4 Rädern auf einer sanft geneigten Bahn, und wird außerdem von einem Gewichte von 7000 Kilgr., welches in einen verticalen 30 Mtr. tiefen Brunnenschacht e herabhängt, angezogen. Von der Rolle d kehrt das Seil zur Eisenbahn zurück, und nachdem es von Neuem über eine Leitungsrolle g und durch einen unterirdischen Kanal gegangen ist, kommt es auf dem herabgehenden Geleise zum Vorschein, welches es wie das hinaufgehende durchläuft. Am Fuße angekommen, geht es abermals unter die Schienen, macht einen halben Umlauf über eine unter dem Geleise angebrachte Leitungsrolle, erhebt sich dann wieder zum Niveau der Schienen, und kehrt zu dem Punkte zurück, von dem wir ausgegangen sind.

Das Seil der obern Ebene geht von einer Scheibe am Gipfel derselben abwärts über die Rolle f′, von da über die Bewegungsrollen c′ c′, sodann über die Rolle des Spannwagens d′, und von dieser wieder zurück über die Leitrolle g′ auf die Bahn nach aufwärts zur ersterwähnten Scheibe am Gipfel der schiefen Ebene.

Der im Vorhergehenden angeführte Spannwagen dient dazu, dem Seile eine angemessene Spannung zu geben, um auf den Bewegungsrollen zu haften, und diese Spannung, ungeachtet der aus den verschiedenen Ladungen oder den atmosphärischen Einflüssen hervorgehenden Längenänderungen, constant zu erhalten; zu diesem Ende muß das den Spannwagen ziehende Gewicht in einem Schachte sich heben oder senken können, je nachdem das Seil sich verkürzt oder verlängert.

Die auf der Terrasse zwischen beiden schiefen Ebenen vereinigten Maschinen nehmen ein Gebäude ein, das im Scheitel des Winkels steht, welchen die verlängerten Bahnlinien beider schiefen Ebenen bilden. Die Maschinen a, a, b, b stehen in der Mitte, und die großen Bewegungsrollen in den 4 Ecken des Gebäudes; die Achsen dieser Rollen liegen in der Verlängerung zweier Wellen, von denen jede durch ein Maschinenpaar bewegt wird.

Mit Hülfe von Ausrückzeugen r, r, r′, r′ an den Achsen der Rollen kann man die Bewegung von dem einen oder andern Maschinenpaar auf das eine der beiden Seile übertragen, indem man eine der beiden großen Rollen, auf welchen es sich aufwickelt, einrückt; so lassen sich beide Seile mit einem einzigen Maschinenpaare bewegen, indem man, nachdem eine der Rollen der untern Ebene eingerückt ist, um den Zug auf den mittleren horizontalen Absatz zu bringen, sie wieder aus-, und die eine Rolle des Seiles der obern Ebene einrückt. Dieses Manöver des Aus- und Einrückens wird ausgeführt, während der Zug die horizontale Zwischenstrecke durchläuft, und verursacht nur einen sehr kurzen Aufenthalt, den man übrigens im gewöhnlichen Dienste vermeidet, indem man für den Dienst jeder schiefen Ebene eines der beiden Maschinenpaare anwendet. Jede der vier Maschinen hat 80 Pferdekräfte. Die Maschinen sind Niederdruckmaschinen; um sie leichter in Gang bringen zu können, setzt eine kleine Maschine p o, welche für gewöhnlich bestimmt ist, die Cysternen mit Wasser zu speisen, anfangs die Luftpumpe in Bewegung, welche den leeren Raum in den Condensatoren der großen Maschinen hervorbringt.

Seitdem die schiefen Ebenen im Betriebe sind, haben die Maschinen den auf

die Berechnungen gegründeten Erwartungen vollständig entsprochen; nach denselben sollten sie in 6 Minuten auf jeder schiefen Ebene einen Zug von 12 bis 15 Wagen emporziehen, was einer Geschwindigkeit von 20 Kilometer per Stunde entspricht, bisher haben sie in derselben Zeit 16 Wagen gezogen.

Die symmetrische Anordnung und vollkommene Ausführung der verschiedenen Theile, aus denen dieses System von stehenden Maschinen besteht, geben ihm einen Anblick von großartiger Einfachheit, der sie von den für denselben Dienst auf andern Eisenbahnen angewendeten zu ihrem Vortheil unterscheidet.

Die Gebäulichkeiten, Maschinen und Zubehör der geneigten Ebene kosteten im Ganzen 1488136 Franks. Das Drahtseil allein kommt auf 18000 Franks Die ganze Bahnstrecke einschließlich der Val-Benoit-Brücke kostete auf 5956 Meter Länge 6100100 Franks, oder auf den Kilometer 1 Million Frks. Die Kosten der Stationen in Lüttich sind hier nicht inbegriffen, sie beliefen sich auf 846000 Frks.

Beschreibung der zugehörigen Figuren auf Taf. XXVIII.

Fig. 1 Grundriß der beiden geneigten Ebenen mit den Bassins und Maschinengebäuden.

Fig. 3 und 4 Seitenansicht des Maschinen- und Kesselhauses.

Fig. 5 vordere Ansicht des Kesselhauses.

Fig. 6 „ „ des Maschinenhauses.

Fig. 1 a, a Niederdruckmaschine für den Betrieb der untern geneigten Ebene;
b, b deßgleichen für die obere geneigte Ebene;
c, c′ große Treibrollen mit Bremsen;
d, d′ horizontale Rollen auf den Spannwagen;
f, g Leitrollen für die untere Ebene;
f′ g′ solche für die obere Ebene;
e, e′ Brunnen für die Gegengewichte;
i Dampfleitungsrohr von dem Kesselhaus zu den Maschinen;
k Wasserleitungsrohr zur Speisung der Kessel von der Wasserleitung m aus;
l l′ l″ Wasserleitung für die Condensation zu dem Abkühlungsbassin q;
m Wasserleitung, von den Bassins zu den Maschinen und Kesseln führend;
n Wasserleitungsrohr, um das abgekühlte Wasser den Maschinen zuzuführen;
o Luftpumpe;
p Speisepumpe;
q Speisungs- und Abkühlungsbassin;
r, r′ Ausrückungen;
t Schornstein.

Fig. 2 Längenprofil der Bahn.

Fig. 7 und 7a Vorrichtung zum Einklemmen des Seils.
a Festes Klemmstück, wobei a_1 Gußeisen, und a_2 Bronze;
b bewegliches Klemmstück, befestigt am Ende des Hebels c;
d Hebel zur Bewegung des Knie-Hebels c;
e Achse und Getriebe im Eingriff mit dem gezahnten Bogen f;
e′ Handgriff zur Bewegung von e;
g Sperrhacken.

§. 95.

Die geneigte Ebene der rheinischen Bahn bei Aachen.

Die Beförderung der Züge auf einer geneigten Ebene vermittelst stationärer Dampfmaschinen geschieht in Deutschland gegenwärtig noch allein auf der rheinischen Bahn. Auf der geneigten Ebene der Düsseldorf-Elberfelder-Bahn zu Erkrath erfolgt die Beförderung der Züge zwar auch an einem Seile, jedoch nur durch Balanciren der sich entgegenkommenden Züge, mit gleichzeitiger Nachhülfe von 2 Locomotiven.

Gleich hinter dem Aachener Bahnhofe beginnt diese geneigte Seilebene, deren Länge 2086 Mtr. und deren Steigung 1:38 beträgt. Sie liegt theils in einem 26 Mtr. tiefen Einschnitt, theils auf einem 22 Mtr. hohen Damme. Die stehende Dampfmaschine auf dem Gipfel der Seilebene besitzt 200 Pferdekraft und hat 2 Dampfcylinder a, Fig. 8 und 8a. Das dazu gehörige Drahtseil ohne Ende ruht auf 420 eisernen Rollen und wiegt 14000 Kilogr. Am untern Ende der geneigten Ebene geht dieses Seil, ähnlich wie bei der Lütticher untern schiefen Ebene, um ein nahe horizontales Rad A, zieht sich sodann die schiefe Ebene hinauf und geht am obern Ende auf die Treibrollen C und E, welche an ihrer Peripherie mit Rinnen versehen sind, die genau aufeinander passen; um die Treibrolle C macht das Seil 4, und um die Treibrolle E 3 halbe Umläufe, welche die nöthige Adhäsion hervorbringen. Wenn das Seil die Bewegungsrolle E verläßt, so zieht es sich auf die horizontale Rolle des Spannwagens B, welcher stets von einem Gewichte angezogen wird. Dieser Spannwagen befindet sich in einem unterirdischen Gang auf einer etwas geneigten Bahn, an deren Ende ein Schacht hinuntergeht, damit das Gegengewicht in demselben sich heben und senken kann. Von der Rolle B gelangt das Seil wieder zurück auf die Leitrolle D, macht einen halben Umlauf und zieht sich oben hinaus auf die freie Bahn, auf der es herabgeht bis an das untere etwas geneigte Rad, von welchem wir ausgingen.

Zweckmäßiger als bei der Lütticher schiefen Ebene ist hier die Stellung der Maschine zur geneigten Ebene so angeordnet, daß das Seil in gerader Linie von der Bahn, ohne über Leitrollen zu gehen, auf die Treibrollen gelangt, indem das Maschinengebäude in der Mitte beider Geleise steht und dieselben in Kurven um jenes herumgeführt sind. Dadurch leidet das Seil weniger und wird auch an Kraft gewonnen. Fig. 8, 8a und 8b.

Die heraufzuziehenden Wagenzüge werden vermittelst Zangen, die an den besondern sechsrädrigen Bremsschlitten vorn und hinten angebracht sind, befestigt. Jeder dieser Züge darf aus nicht mehr als 10 beladenen Wagen bestehen; 2 leere zählen für einen beladenen. Solche vollständige Züge von 10 beladenen Wagen, mit 2 stark belasteten Bremsschlitten versehen, haben ein Gewicht von 88000 Kil., welche außer der Kraft, die nöthig ist, um das Seil zu bewegen, eine Zugkraft von 2950 Kilogr. erfordern. Wenn der Zug eben kurz vor dem Brechungspunkte der geneigten Ebene angelangt ist, wird das Seil aus den Zangen der Bremswagen vorn und hinten während der fortschreitenden Bewegung des Zuges rasch ausgeworfen, und die Wagen rollen auf der horizontalen Strecke der Station bis zur Stelle, wo die Locomotiven wieder vorgespannt werden.

Bei der Hinabfahrt der Züge auf der geneigten Ebene werden die stehenden Maschinen nicht benutzt, vielmehr gerathen die Züge von je 10 bis 11 beladenen Wagen durch ihr eigenes Gewicht in Bewegung und werden durch die Bremsschlitten, von welchen je einer auf 5 Wagen vorgespannt werden muß, in ihrem zu schnellen Laufe aufgehalten.

Die stehenden Maschinen werden in der Regel durch 3 Dampfkessel versorgt; 3 derselben sind außerdem in Reserve gestellt. Die Maschinen können sowohl mit Hochdruck, als auch mit Niederdruck arbeiten. Letzteres ist vortheilhafter wegen des geringeren Kohlenverbrauchs, war aber nicht immer ausführbar, weil es an zureichendem Condensationswasser fehlte.

Die erforderlichen Signale werden gegenseitig nach den beiden Endpunkten hin durch einen elektromagnetischen Telegraphen gegeben, der nach Wheatston's System gefertigt ist.

Während der Stillstände im Betriebe der stehenden Maschine wurden die Züge versuchsweise mit Locomotiven die schiefe Ebene hinaufgezogen und es hat sich in den Jahren 1845, 46 und 47 das Resultat ergeben, daß der Betrieb mit Benützung der stehenden Maschine 30 Procent mehr kostet als bei ausschließlicher Anwendung der Locomotive, was augenscheinlich zu Gunsten des Locomotivbetriebs spricht.

§. 96.

Geneigte Ebene auf der Elberfeld-Düsseldorfer Bahn.

Diese geneigte Ebene mit doppeltem Geleise beginnt auf dem Bahnhof zu Erkrath in einer Entfernung von 8737,5 Meter vom Düsseldorfer Bahnhof, und endigt auf der Station Hochdahl; sie hat eine Länge von 2450 Meter und eine Steigung von $^{1}/_{30}$. Sowohl am Fuß der geneigten Ebene, wie am Ende derselben sind horizontale Bahnstrecken, in Erkrath von 187,5 Mtr. und in Hochdahl von 337,5 Meter Länge angelegt.

Bei der ersten Bearbeitung des Projects der geneigten Ebene beabsichtigte man für den Betrieb auf derselben eine stehende Maschine und ein Seil ohne Ende zur Anwendung zu bringen, gab jedoch diese Absicht in Bezug auf das Seil ohne Ende bald wieder auf, theils weil die erste Anlage und die Unterhaltung sich als sehr bedeutend herausstellten, theils weil durch die Lage der geneigten Ebene in der Mitte dieser kurzen Bahnstrecke der Betrieb auf derselben sehr erschwert worden wäre. Man entschloß sich daher zur Anwendung eines einfachen Seiles, nahm aber bei der Anlage der Maschine auf eine möglicherweise erfolgende Einrichtung für ein Seil ohne Ende Rücksicht.

Um die hinuntergehenden Wagenzüge zum Heraufbringen der bergaugehenden benutzen zu können, gab man der stehenden Maschine eine Einrichtung, bei welcher es auch möglich wurde, blos durch eine an dem einen Ende des Seiles zu Thal ziehende Locomotive den am andern Ende des Seiles befestigten Wagenzug sammt seiner Locomotive hinaufzuziehen. Das Seil lief dabei am Scheitel der geneigten Ebene über eine Wenderolle, konnte aber auch zugleich mit der Dampfmaschine in Verbindung gebracht werden, so daß diese die etwa fehlende Kraft ergänzte. Es

zeigte sich bald, daß durch die am Seil herunterziehende Locomotive so viel Kraft ausgeübt wurde, daß die stehende Maschine bei gewöhnlichen Zügen nur wenig zu helfen brauchte. Durch das Gewicht der hinabgehenden Locomotive wurde das Gewicht der heraufgehenden aufgehoben, und deßhalb war der volle Effect beider Locomotiven zum Heraufziehen des Seiles und des Zuges disponibel. Bei kleinen Zügen war das Arbeiten der Maschine gar nicht nöthig. Man war anfänglich der Meinung, daß bei Glatteis eine unten in Erkrath stehende Locomotive nicht im Stande wäre, sich selbst hinaufzuarbeiten, also auch für das Herunterziehen des Seils in diesem Falle unbrauchbar sei. Es wurde deßhalb an der Maschine noch eine Trommel angebracht, um durch dieselbe das Seil und hierdurch den Zug hinaufziehen zu können; der heruntergehende Zug sollte dann an dem Seile herabgelassen werden. In gewöhnlichen Fällen fuhren die Züge ohne das Seil, blos mit Hülfe der Wagenbremsen die geneigte Ebene herab. Nachdem der Betrieb auf die oben bezeichnete Art vermittelst einer das Ende des Seiles herunterziehenden Locomotive einige Monate im Gange gewesen war, ordnete man den Betrieb zuletzt so ein, daß die beiden Züge von Düsseldorf und Elberfeld zu gleicher Zeit an der schiefen Ebene ankamen und ließ die hinaufgehenden Wagenzüge ohne alle Hülfe der stehenden Maschine blos durch die hinuntergehenden hinaufziehen.

Auf der geneigten Ebene können somit 5 verschiedene Bewegungen mit Locomotiven stattfinden: 1) Bewegung einer Locomotive ohne Seil; 2) Bewegung eines Zuges mit einer Locomotive und mit Hülfe einer zu Thal ziehenden Locomotive; 3) dieselbe Bewegung wie (2), aber mit Beihülfe der Maschine; 4) die Bewegung eines Zuges durch das Aufwickeln des Seils auf die Trommel, vermittelst der stehenden Maschine; 5) die Bewegungen eines hinaufgehenden Zuges durch den heruntergehenden. Nur die letzte Betriebsart und bei Extrazügen die unter (2) angegebene, wobei denn zuweilen einige reservirte Wagen mit Kalksteinen mit hinabgehen, ist noch in Anwendung.

Der Maschine hat man folgende Einrichtung gegeben: Die beiden Maschinen a, a Fig. 9, Taf. XXVIII. arbeiten an einer gemeinschaftlichen Welle, die bei m gekuppelt ist. An dieser Welle befindet sich das Schwungrad n und die Trommel o. Ebenfalls unter dem Bahnniveau und mit ihren Achsen in der Mitte zwischen beiden Bahngeleisen liegend, befinden sich noch 2 gußeiserne Seilrollen p und q, beide von 3,44 Mtr. Durchmesser. Die senkrechte Rolle q ist mit 2 Rinnen versehen, während die schräge Rolle p nur eine hat. Beide Seilrollen ruhen auf einem gußeisernen Bockgerüste und es sind bei der schrägen Rolle die Lager so eingerichtet, daß man sie verstellen und die Rolle mehr nach dem Schwungrad n richten kann. Ueber den beiden großen Seilrollen p und q liegen 2 weitere Leitrollen r, r′, welche mit ihren Achsen senkrecht auf den Bahngeleisen stehen und dazu dienen das Seil von der Bahn auf die Seilrollen p und q und von diesen wieder auf die Bahn zu leiten.

Bei der sub. 2 angegebenen Betriebsart geht das Seil von der einen Bahn über die in diesem Bahngeleise stehende Rolle r nach der Leitrolle q und über die in dem anderen Geleise stehende Rolle r′ nach der andern Bahn zurück.

Bei dem Betriebe sub. 3 läuft das Seil von dem auf der einen Bahn stehen-

den Wagenzuge über das in der Mitte befindliche Rad r auf die senkrechte Seilrolle q, von hier über das Schwungrad n, dann nochmals über die Rolle q und nochmals über das Schwungrad; hierauf zieht es sich nach dem schrägen Rade p, dessen Zapfen verschoben werden, und welches von dem Seile auf $^3/_4$ seiner Peripherie umfaßt wird, und sodann über das zweite Rad r' nach der auf dem entsprechenden Geleise stehenden Locomotive.

Bei dem Betriebe sub. 4 läuft das Seil von dem Wagenzuge, der in diesem Falle stets auf der von Hochdahl nach Erkrath aus rechts gelegenen Bahn stehen muß über das in derselben Bahn stehende Rad r, sodann über die schräge Rolle p direct nach der Trommel o.

Bei dem Betriebe sub. 5 endlich ist der Lauf des Seils wie bei sub. 2.

Als Telegraph dient zwischen den 2 Endpunkten der geneigten Ebene ein sog. Signalgebläse, welches die Ankunft der Wagenzüge und die Befestigung des Seils anzeigt.

Obgleich der Betrieb nach der erwähnten Methode vollkommene Sicherheit gewährt, so beabsichtigt man doch künftighin den freien Locomotivbetrieb einzuführen und haben Versuche mit schweren Locomotiven günstige Resultate gegeben.

§. 97.

Die geneigte Ebene auf der Bahn von Andrezieur nach Roanne.

Unter den französischen Eisenbahnen ist die von Andrezieur nach Roanne unter den ungünstigsten Terrainverhältnissen zu einer Zeit ausgeführt worden, als man über den Betrieb mit Locomotiven nur sehr geringe Erfahrungen besaß. Die steilste Strecke der Bahn, zu deren Anlage die Rücksicht auf das disponible Kapital nöthigte, wurde daher lange Zeit mittelst stehender Maschinen betrieben, bis man es versuchte den Locomotivbetrieb einzuführen. Der günstige Erfolg dieses Versuches gab nun Veranlassung, auch auf der schiefen Ebene La-Renardière von 800 Mtr. Länge und einer Steigung von 1:34,5 bei Kurven und Contrekurven von 300 Mtr. Halbmesser, Locomotiven gehen zu lassen. Es wurden zu dem Ende 6 Locomotiven mit gekuppelten Rädern gebaut, die bei 5 Atmosphären Dampfspannung ein Bruttogewicht von 30—38000 Kilogr. in 4—6 Minuten Zeit die geneigte Ebene bergauf ziehen.

Die Hauptdimensionen dieser Locomotiven sind folgende:

Durchmesser der Cylinder	= 14″ (engl.)
Kolbenhub	= 18″ „
Durchmesser der Räder	= 37 $^1/_4$″ „
Gewicht mit Koaks und Wasser	= 15980 Kil.
Gewicht des gefüllten Tenders	= 9000 „

Im Jahre 1846 betrugen die Kosten für diese durch stationäre Maschinen betriebene geneigte Ebene per Reisenden und per Kilometer 0,0587 Franken. Für Kohlen und Frachtgüter per Tonne und Kilometer 0,1117 Frkn. Die Kosten bei Locomotivbetrieb waren im ersten Fall 0,036 Frkn., im letzten 0,057 Frkn., also fast um die Hälfte geringer wie bei Benützung der stehenden Maschinen.

§. 98.

Zu den längsten Seilebenen gehörte die London-Blackwall-Bahn. Mit einer Steigung von 1:100 und 1:150 geht sie über die Häuser eines Theils von London hinweg in einer Länge von 5940 Meter. Sie wurde früher deßhalb mit Drahtseilen betrieben, weil der Locomotivbetrieb, wegen der Befürchtung des Zündens der darunter liegenden Häuser von London durch das Funkensprühen der Locomotiven, verboten war. Zwei an beiden Enden dieser Seilebene stehende Dampfmaschinen von 280 und 480 Pferdekräfte dienten zum Seilbetriebe. Alle Viertelstunden ging ein Zug ab, und es fanden täglich 75 Fahrten statt.

Nachdem die erwähnte Befürchtung durch Apparate an den Locomotiven gegen das Funkensprühen beseitigt, wurde in neuerer Zeit zum Vortheil für die Eisenbahngesellschaft der reine Locomotivbetrieb eingeführt.

§. 99.

Die Hindernisse bei Seilebenen, die Wegübergänge im Niveau der Bahn anzulegen, und die Vertheuerung des Bahnbaues dadurch, daß namentlich bei der Anwendung von endlosen Seilen die Wege mittelst Brücken entweder über oder unter der Bahn hinweggeführt werden müssen, sind bei der Anlage solcher Seilebenen wohl zu bedenken.

Je mehr die Locomotiven in ihrem Bau vervollkommnet und für die Ersteigung von Rampen geeigneter gemacht wurden, desto mehr kam der Bau und der Betrieb der schiefen Ebenen mittelst Seile und stationärer Maschinen in Abnahme, und es ist gerade dieß als ein wesentlicher Fortschritt der neueren Zeit im Baue und im Betrieb der Eisenbahnen zu betrachten, daß es durch die neueren Constructionen der Locomotiven möglich wird, schiefe Ebenen, bei welchen sich zugleich die Eisenbahn möglichst dem natürlichen Terrain anschließt, da zu erbauen und in Locomotivbetrieb zu setzen, wo man es früher für unumgänglich hielt, Bahnlinien mit geringen Steigungen, mit Kurven von großen Radien, mit hohen Aufdämmungen und tiefen Einschnitten und mit überaus kostspieligen Kunstbauten herzustellen.

Wie man in neuerer Zeit überall die Terrainschwierigkeiten durch Annahme größerer Steigungen für Locomotivbetrieb überwunden hat, mögen folgende Thatsachen beweisen:

Die Hudson-Berkshire-Eisenbahn hat unter andern eine Steigung von 1:60 auf $^5/_3$ englische Meilen und von 1:73 auf 3 engl. Meilen. Der kleinste Radius ist 800 Fuß.

Die Beaver-Meadow-Eisenbahn in Pensylvanien hat unter andern 2 Steigungen von 1:55 und 1:59. Beide zusammen sind 11200 Fuß lang und haben Kurven von 500 bis 550 Fuß Radius. Eine Kurve dieser Bahn hat sogar einen Radius von 260 Fuß.

Die Greensville-Roanoke-Eisenbahn in Virginien hat eine Steigung von 1:56 auf 9100 Fuß Länge und dabei Kurven von 600′ kleinstem Halbmesser.

Die kleine Buffalo-Niagara-Eisenbahn, welche unter andern Steigungen eine von 1:66 hat, wird mit Locomotiven befahren; ebenso

die Baltimore-Susquehannah-Eisenbahn mit ihrer stärksten Steigung von 1:63 auf 11200 Fuß Länge, wobei Krümmungen von 800 Fuß Halbmesser vorkommen.

Auf der Manchester-Leeds-Eisenbahn in England befindet sich eine schiefe Ebene mit einer Steigung von 1:49, welche früher mittelst Seile betrieben wurde. Seitdem man kräftigere Maschinen zu bauen versteht, ist die Bahn eine reine Locomotivbahn geworden. Gleiches Schicksal hatte die Eisenbahn von Glasgow nach Edinburgh, mit Steigungen von 1:40 und 1:41,5, ferner die Bahn von Birmingham nach Gloucester mit der sog. Lickey-Steige, welche auf einer Länge von 11290 Fuß eine Steigung von 1:37 hat.

Auch die braunschweigische Vienenburg-Harzburger-Eisenbahn mit einer Steigung von 1:46, wurde früher mit Pferdekraft betrieben, ist aber jetzt eine Locomotivbahn.

Die schiefe Ebene auf der bayerisch-sächsischen Eisenbahn zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast beginnt mit einer Steigung von 1:71 auf einer Länge von 1658,7 Mtr.; von hier folgen die Steigungen 1:40 auf 2489,2 Mtr., 1:40,63 auf 1773,6 Mtr. und 1:40 auf 1125,3 Mtr. Der kleinste Halbmesser der Kurven ist bei der Station Marktschorgast und beträgt 291 Meter.

Diese schiefe Ebene wird gegenwärtig in der Regel mit Locomotiven von 20 Tonnen Gewicht befahren. Dieselben sind sechsrädrig, haben 4 gekuppelte Triebräder von 4½ engl. Fuß Durchmesser, 14 Zoll Cylinderdurchmesser und 24 Zoll Kolbenhub. Bei schweren Zügen hat man noch sog. Schleppmaschinen von 24 Tonnen Gewicht, 6 gekuppelte Räder von 3½ Fuß Durchmesser, 16 Zoll Cylinderdurchmesser und 24 Zoll Kolbenhub. Die Heizfläche beträgt 860 □Fuß und die Maschine arbeitet in der Regel mit einer Dampfspannung von 5 Atmosphären. Der Tender wiegt in gefülltem Zustande 10 Tonnen. Ueber dem Röhrenkessel der Schleppmaschine befindet sich noch ein zweiter Wasserbehälter, welcher 60 Kubikfuß Wasser faßt und dann gefüllt wird, wenn besondere Umstände eine Vermehrung der Adhäsion nothwendig machen.

Bei den Probefahrten zog eine gewöhnliche Locomotive eine Bruttolast von 70 Tonnen in 30 Minuten von Neuenmarkt nach Marktschorgast auf eine Weglänge von 7046,8 Mtr. Hierbei wurden 1,84 Kubikmeter Wasser verdampft.

Eine Schleppmaschine zog 110 Tonnen Bruttolast in 29 Minuten bergan und verdampfte 2,09 Kubikmeter Wasser.

Eine gewöhnliche Maschine mit einer Schleppmaschine zogen einmal 85 Ton. in 16 Min., das andere Mal 180 Ton. Bruttolast in 37 Min. bergan. Der Wasserverbrauch war für die eine Maschine 1,72, für die andere 2,2 Kbmtr.

Beim Bergabfahren wird der Dampf ganz abgesperrt und das Bremsen des Wagenzuges, der sich selbst überlassen seine Geschwindigkeit sehr beschleunigen würde, geschieht mittelst einer eigenthümlichen Bremsvorrichtung, wodurch alle Bremsen am Zuge in einem Momente angezogen werden können.

Die Bahn von Gloggnitz über den Semmeringberg nach Mürzzu-

schlag hat eine Länge von 5 ½ Meilen, von Gloggnitz bis zur Station Payerbach ist die mittlere Steigung 1:117, weßhalb die eigentliche Gebirgsbahn blos die Strecke von Payerbach nach Mürzzuschlag in sich begreift. Aus dem Längenprofil der ganzen Bahn ist zu entnehmen, daß die schwierigere Strecke derselben jene von Payerbach bis zur Wasserscheide ist. Die Bahn geht nämlich von Payerbach in einer mittleren Steigung von 10:468 zur nächsten Station Eichberg; von Eichberg nach Klamm ist die Steigung 10:400; von Klamm nach Breitenstein 10:476; von Breitenstein nach Semmering 10:540. Von da aus fällt die Bahn nach Passirung des 755 österreich. Klaftern langen Haupttunnels nach Spital mit einem mittlern Gefälle von 10:509 und von Spital nach Mürzzuschlag mit einem mittlern Gefälle von 10:500. Die mittlere Steigung von Payerbach nach Semmering ist 10:470, jene von Mürzzuschlag nach Semmering 10:500, und der Stationsplatz Semmering liegt 212 Klftr. höher als Payerbach.

Auf der, nach Ausscheidung der Stationsplätze 9975 Klafter langen Strecke von Payerbach nach Semmering sind die Steigungen wie folgt vertheilt:

auf	4411,6	Klafter	die	Steigung	1:40
„	2825,5	„	„	„	1:45
„	603,8	„	„	„	1:50
„	802,5	„	„	„	1:60
„	171,0	„	„	„	1:80
„	983,8	„	„	„	1:100
„	86,9	„	„	„	1:200
„	90,0	horizontal.			

Die Schwierigkeit der Bahn liegt aber nicht allein in den starken Steigungen, welche selbst in den Tunnels vorkommen, sondern vorzüglich in den scharfen Krümmungen. In den Tunnels kommen Steigungen bis 1:45 vor, und nur der Haupttunnel hat eine Steigung von 1:300. Die Krümmungen der Bahn von 100 bis 150 Klftr. Radius wechseln kontinuirlich; so besteht die Strecke von Payerbach nach Eichberg aus 15 Contrekurven von 100 bis 150 Klftr. Radius, in der Gesammtlänge von 1700 Klftr., zwischen welchen die geraden Bahnstrecken von zusammen 1134 Klftr. liegen. Von Eichberg nach Klamm ist die ungünstigste 1895 Klftr. lange Strecke. Die ganze Strecke hat eine Steigung von 1:40 und besteht aus 14 Contrekurven von 150 Klafter Radius und einer Gesammtlänge von 1383 Klftr., welche durch einzelne gerade Bahnstrecken von 20 bis 40 Klftr. Länge verbunden sind. Von Klamm nach Breitenstein kommen 16 Bogen, fast alle von einem Radius von 100 Klftr. vor, welche zusammen die Bahnlänge von 1630 Klafter ausmachen; ähnlich ist die Strecke von Breitenstein nach Station Semmering.

Günstiger ist die Strecke von Mürzzuschlag bis zur Wasserscheide; denn obgleich auch hier Steigungen 1:42 vorkommen und die mittlere Steigung dieser Strecke von jener von Payerbach nach Semmering nicht viel verschieden ist, so sind doch die geraden Strecken vorherrschend und auf 6549 Klafter Bahnlänge entfallen 4636 Klafter auf die gerade und blos 1913 Klftr. auf die mit sanften Bogen von 200 bis 500 Klftr. Radius versehene Bahn.

Dieß gibt sich auch bei der Befahrung der Semmeringbahn auffallend zu erkennen, indem die Leistung der Locomotive auf der Strecke von Mürzzuschlag nach Semmering mindestens 25% größer ist, als jene von Payerbach nach Semmering angenommen werden kann.

Die Entfernung einer Station von der andern, von Wasserkrahn zu Wasserkrahn gemessen, ist folgende:

von Payerbach nach Eichberg	0,817	Meilen.
„ Eichberg nach Klamm	0,537	„
„ Klamm nach Breitenstein	0,697	„
„ Breitenstein nach Semmering	0,759	„
„ Semmering nach Spital	0,944	„
„ Spital bis zur Einfahrt in die Station Mürzzuschlag	0,816	„
Zus.	4,570	Meilen.

Was die Locomotiven betrifft, so fügen wir nur im Allgemeinen bei, daß dieselben aus 2 Gestellen, dem vordern oder Maschinengestelle und dem hintern oder Tendergestelle bestehen. Taf. XXIX. Das erstere enthält 3 Achsen mit 6 gekuppelten Rädern. Die Dampfcylinder, der ganze Mechanismus, der Kessel, sowie auch die beiden Wasserkästen sind auf diesem Gestelle angebracht. Das Tendergestell, welches sich unter einen Theil des Kessels erstreckt und auf diese Art zum Unterstützen der Feuerbüchse bestimmt ist, nimmt das zur Fahrt nöthige Brennmaterial und das Führungspersonal auf. Die beiden Gestelle sind vor der Feuerbüchse mittelst starker Kreuze und eines Kugelbolzens solid mit einander in der Art verbunden, daß eine beliebige Bewegung sowohl in verticaler als horizontaler Richtung stattfinden kann, so daß die Maschinen sich leicht in die stärksten Krümmungen einzustellen vermögen. Der Durchmesser der Räder ist 3′ 6″ (östr.). Die Dampfcylinder haben 18″ Durchmesser und 23″ 2‴ Kolbenhub.

Die gesammte innere Feuerfläche des gewöhnlichen Röhrenkessels ist bei der Feuerbüchse	70	□Fuß.
Bei den 189 Feuerröhren von 15′ Länge und 2″ äußerem Durchmesser	1330	„
Zus.	1400	□Fuß.

Die äußere Heizfläche, wie sie gewöhnlich gerechnet wird, beträgt 1554 □Fuß.

Die beiden zur Seite des cylindrischen Kessels liegenden Wasserkästen fassen 200 Kubikfuß und der hintere Tenderkasten hat Raum für circa 170 Kubikfuß Holz.

Das ganze Gewicht der mit Wasser und Holz ausgerüsteten Locomotive ist 1002 Wiener Ctr., welches auf die 5 Achsen wie folgt vertheilt ist:

auf der vordersten	Maschinenachse	245 ½	Ctr.
2ten	„	223	„
3 „	„	233 ½	„
4 „	1ste Tenderachse	145	„
5 „	2te „	155	„
		1002	„

Die Leistung der Locomotive stellt sich folgend:

Bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit von 2 Meilen ziehen die Locomotiven:

bei der schlechtesten Witterung	2000	W. Ctr.
„ mittlerer Witterung	2500	„ „
„ schönem Wetter	3000	„ „

Bruttolast von Payerbach nach Semmering mit einer mittleren Dampfspannung im Kessel von 90 Pfd. auf den Wiener Quadratzoll. Der Holzverbrauch stellt sich durchschnittlich auf ½ Klftr. per Zeitstunde.

Auf der Bahnstrecke von Gloggnitz nach Payerbach mit einer mittleren Steigung von 1:117 ziehen diese Locomotiven mit 2 Meilen Geschwindigkeit 7500 W. Ctr. Bruttolast.

Durch eine sehr sinnreich angebrachte Kuppelung können alle zehn Räder der Locomotive mit dem ganzen Gewicht zur Adhäsion nutzbar gemacht werden. Die Leistung der Maschine wird dadurch sehr vermehrt, indem bei einer Geschwindigkeit von 2 Meilen von Payerbach nach Semmering 3300 Ctr., und von Mürzzuschlag nach Semmering 3700 Ctr. gezogen werden *).

§. 100.

Der österreichische Ingenieur Negrelli machte vor mehreren Jahren den Vorschlag, um eine Bergwand zu ersteigen, die Traçe einer Eisenbahn nach Art der Landstraßen im sog. Zickzack anzulegen. Er will dabei die Steigung zu 0,5 bis 0,8 Procent angenommen wissen, während die Strecken bei der Rückkehr auf die Länge von 300 bis 400 Mtr. horizontal sein sollen. Die Maschine, welche bei der ersten geneigten Strecke vor dem Zuge steht, kommt bei der zweiten hinter denselben.

Selten werden sich Berggewände darbieten, welche eine solche Anlage zulassen, ohne allzu kostbare Bauarbeiten im Gefolge zu haben; die Länge der Traçe gegen eine Seilebene mit $1/30$ Gefälle wird bedeutend groß, so daß die Bau- und Unterhaltungskosten sich beträchtlich vermehren; die vielen Excentriks bei den Wiederkehren erfordern eine vermehrte Bedienungsmannschaft und sind gefährlich; durch das Schieben der Züge können leichter Unglücksfälle herbeigeführt werden, wie wenn dieselben gezogen werden u. s. w. Die Idee ist im Allgemeinen schön, aber unpraktisch.

Atmosphärische Eisenbahnen.

§. 101.

Allgemeine Bemerkungen.

Solche Bahnen, bei welchen statt dem Dampfe der einfache Druck der Atmosphäre als bewegende Kraft dient, heißen **atmosphärische Bahnen**.

---

*) Näheres sehe man:
Die Locomotive der Staatseisenbahn über den Semmering von W. Engerth. Wien 1854.

Noch vor wenigen Jahren glaubte man in diesen Bahnen das Mittel gefunden zu haben, um sowohl größere Steigungen mit bedeutender Geschwindigkeit, als auch Krümmungen mit sehr kleinen Radien befahren zu können, allein es haben die in England und Frankreich in Ausführung gekommenen atmosphärischen Bahnen so unbefriedigende Resultate geliefert, daß sie nicht nur keine Nachahmung fanden, sondern sogar wieder aufgegeben und zu Locomotivbahnen umgewandelt wurden.

Obschon somit die atmosphärischen Bahnen vorerst von jeder praktischen Anwendung ausgeschlossen sein dürften, so hat doch ihre Erfindung einstens die Oeffentlichkeit in so hohem Grade in Anspruch genommen und ist auch das constructive Detail desselben von so bedeutendem Interesse, das wir nicht unterlassen können, eine kurze Beschreibung des Systems hier folgen zu lassen.

Der dänische Ingenieur Madhurst war der erste, welcher im Jahre 1810 praktische Versuche über die Anwendung des einfachen atmosphärischen Druckes bei Eisenbahnen anstellte, dessen Bemühungen indeß ohne Erfolg geblieben sind. Erst im Jahre 1838 gelang es den Herren Clegg und Samuda aus London die Möglichkeit einer praktischen Anwendung des Atmosphärendrucks zu beweisen. Dieselben machten Versuche im Großen auf einer Eisenbahn in der Umgegend von Paris und später auf einer solchen in der Nähe von Wormwood-Scrabs. Kaum war die Möglichkeit eines günstigen Erfolgs mit diesem System in Aussicht gestellt, als auch schon die Anwendung davon für mehrere Bahnen in's Leben trat. Zuerst erfolgte die Erbauung der atmosphärischen Bahn von Konigstown nach Dalkey in Irland, dann kamen die Bahnen von Exeter nach Plymouth, von London nach Kroydon und Portsmouth und von Paris nach St. Germain in Ausführung.

Bevor wir nun an die Beschreibung des Systems übergehen, wollen wir des Princips erwähnen, in welchem dasselbe ausgeführt werden muß, und auf welchem alle Modificationen des Systems ohne Ausnahme beruhen.

Es wird dabei immer eine cylindrische Röhre von gleichem Durchmesser nothwendig sein, welche zwischen ein Schienenpaar in die Achse der Bahn zu liegen kommt, und in welchem sich ein Kolben frei bewegen kann. Dieser letztere steht mit einem zu fördernden Wagenzug direct der Art in Verbindung, daß während der Fortbewegung und in ihrer Richtung vor dem Kolben keine Luft in die cylindrische Röhre eindringen kann, hingegen hinter demselben möglichst freier Luftzutritt stattfinde. Eine Dampfmaschine setzt eine Luftpumpe in Bewegung, welche die Luft in der cylindrischen Röhre, und zwar in dem Raume zwischen ihr und dem Kolben, zu einem Grade verdünnen kann, so weit es nur die Vollkommenheit der Constructionsart des Systems zuläßt. Unter diesen Umständen wird das anfängliche Gleichgewicht des Kolbens bald gestört sein und dieser sich mit einer Kraft in Bewegung setzen, welche gleich sein wird: dem Producte aus dem Unterschiede des Luftdruckes vor und rückwärts des Kolbens in dessen Oberfläche; woraus hervorgeht, daß der Nutzeffect der disponiblen Kraft um so größer sein wird, je vollkommener die Luft in dem Treibrohr verdünnt werden kann. Die Hauptschwierigkeit in der Ausführung ist also die, daß die Röhre hermetisch ver-

schlossen bleibt, und dennoch der Verbindungsstange von Kolben und Wagen den Durchgang gestattet.

In Betreff der Anlagen von Stationen, Bahnkreuzungen und Dispositionen der Pumpmaschinen geben wir folgende Andeutungen.

Die Anlage eines Bahnhofes ist im Wesentlichen dieselbe, wie bei dem Locomotivsystem, um jedoch dem abgehenden Zuge in kürzerer Zeit zu seiner normalen Geschwindigkeit zu verhelfen und den rückkehrenden zum Theil seiner lebendigen Kraft zu berauben, werden sogenannte Beschleunigungsebenen angelegt, d. h. die Bahn wird auf eine Länge von 100 bis 150 Mtr. mit einer Steigung von etwa $^1/_{40}$ gegen die Station hingeführt und fällt von derselben mit der gleichen Neigung, wodurch 2 schiefe Ebenen einander entgegengesetzt werden.

Die Figur 10, Taf. XXVIII. zeigt die Anordnung der Geleise auf einer Station. Die Saugröhren, welche die Treibröhre mit den Pumpen in Verbindung setzen, müssen mit sog. Abschlußwannen versehen werden, um die Communication der Treibröhre mit den Pumpen willkührlich absperren zu können. Die Skizze Fig. 11 gibt einen Begriff vom Anschlusse zweier atmosphärischen Bahnen; der Querdurchschnitt Fig. 12 zeigt einen Wegübergang oder eine Kreuzung. Kreuzt z. B. die atmosphärische Bahn eine Straße in gleicher Höhe, so wird das Treibrohr auf eine Länge von 6 bis 8 Mtr. unterbrochen; seine Enden, trichterförmig gestaltet, sind durch Ventile abgeschlossen und mit einer unter der Erde laufenden Röhre der Luftverdünnung wegen in Verbindung gesetzt. Die Oeffnung der Ventile geschieht durch den Kolben selbst; geschlossen werden sie durch den Bahnwächter. Schneidet die atmosphärische Bahn eine Locomotivbahn, so wird die erstere über die letztere mittelst schiefen Ebenen von $^1/_{50}$ Steigung hinweggeführt, wie dieß auch bei der London-Kroydon Bahn der Fall ist und zwar an der Stelle, wo sie die Brighton-Linie kreuzt.

Was die in diesem atmosphärischen Systeme angewandten Luftpumpen betrifft, so werden dieselben, wie bereits erwähnt, durch Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt. Sie stehen durch luftdichte Saugröhren in Verbindung mit dem Treibrohre. Die wesentlichsten Bedingnisse, die sie erfüllen müssen, sind:

1) Mit jedem Augenblicke große Luftmengen auszuheben;
2) diese Luftmassen so schnell als möglich abzuführen, ohne indeß im Pumpencylinder den Atmosphärendruck höher zu stellen als es das Gewicht der Abzugsventile gerade erfordert.

Diese Bedingnisse erheischen möglichst große Dimensionen der Pumpencylinder und der Abzugsöffnungen der Luft aus denselben, sowie auch möglichst leichthaltig construirte Ventile.

Die Dimensionen einer Luftpumpe in diesem System, als auch ihre Anzahl auf einer Bahn von bestimmter Länge, sind hauptsächlich von der Zeit abhängig, in der die Luftverdünnung im Treibrohr bewerkstelligt werden soll.

An der 3050 Yards langen Kingstown-Dalkey Bahn erfolgt die Luftverdünnung zu $^1/_3$ Atmosphärendruck in dem Treibrohr von 15″ Durchmesser in 5 Minuten und zwar durch eine doppeltwirkende Pumpe von 5′ 7″ Durchmesser und 5′ 6″ Höhe. Sie erhält ihre Bewegung durch eine Dampfmaschine von

100 Pferdekräften. An der London-Kroydon-Linie baute man für jede $2\frac{1}{2}$ engl. Meilen Entfernung zwei Pumpen von 57″ Durchmesser und 42″ Höhe.

Die wirkenden Dampfmaschinen sind 2, jede von 50 Pferdekräften. Die Luftverdünnung bis zu einem Drucke von $\frac{1}{5}$ erfolgt im Treibrohr von 15″ Durchmesser und 13200′ Länge in 5 Minuten.

Indem wir in Bezug auf das atmosphärische System im Allgemeinen nur noch bemerken, daß das Treibrohr an seinen äußersten Enden gewöhnlich durch Ventile geschlossen wird und der Kolben nur dann in dasselbe eintritt, wenn die Verdünnung der Luft zu einem Grade erfolgt, der dem Gewichte der zu fördernden Last oder, im Falle des größtmöglichsten Nutzeffects, der Gediegenheit der Constructionsweise des Systems verhältnißmäßig ist, gehen wir nunmehr an die Beschreibung des Systems von Clegg und Samuda über.

§. 102.

System Clegg und Samuda.

Da dieses System bei den beiden Bahnen von Kingstown nach Dalkey und von London nach Kroydon und Epsom in praktischer Anwendung war, so wollen wir die letztere etwas näher betrachten.

Ihre Richtung geht über Dartmouth und Kroydon nach Epsom und Portsmouth. Der $5\frac{1}{2}$ Meilen lange Theil von Dartmouth nach Kroydon war im Jahre 1846 fertig und dem Betriebe übergeben. Die Niveaudifferenz der Station in London und Kroydon beträgt 160′. Die Austheilung der einzelnen Neigungen der Bahn war folgende: von London aus waren die 3 ersten Meilen horizontal, die drei folgenden hatten eine Neigung von 1:100; die nächsten drei waren wieder horizontal; in der folgenden $\frac{1}{2}$ Meile stieg die Bahn mit $\frac{1}{50}$ bis an den Punkt, wo die Kreuzung der London-Brighton-Bahn stattfand und senkte sich mit dem gleichen Gefälle wieder herab; es folgte hierauf die letzte Meile bis Kroydon beinahe horizontal. Von Kroydon bis Epsom beträgt die Länge noch 8 Meilen, es war somit die ganze Länge der Bahn $18\frac{1}{2}$ Meilen. Auf diese Länge wurden 6 Pumpstationen angelegt, welche jede mit 2, eine davon aber, als im Mittelpunkt der Bahn liegend, mit 4 Pumpen versehen war. Jede Pumpe wurde durch eine Dampfmaschine von 50 Pferdekräfte in Bewegung gesetzt. Die durchschnittliche Entfernung der Pumpstationen betrug 2,3 Meilen.

Die Bahn ist eine einfache und hat 4′ $8\frac{1}{2}$″ Spurweite. Die Schienen von 70 Pfd. per Yard ruhen in Schienenstühlen und diese wieder auf Querschwellen, wovon jedesmal zwei aus einem 1 Quadratfuß im Gevierte haltenden Balken zubereitet wurden. In der Achse dieser Bahn befand sich nun das Treibrohr von 15″ lichtem Durchmesser. Es bestund aus einzelnen gußeisernen Röhrenstücken, von denen jedes 10′ lang und $\frac{1}{2}$″ stark war; außen hatten diese Röhrenstücke Verstärkungsnerven und innen wurden sie leicht ausgehobelt und mit einer dünnen Schicht Fett (russischer Talg) überkleidet, damit der Kolben sich leichter bewegte und weniger abnützte. Ihre gegenseitige Verbindung geschah in der Art einer Muffe durch $4\frac{1}{2}$″ lange Fugen m Fig. 15, welche auf $\frac{2}{3}$ der Länge mit in Theer gekochtem Hanf, und im Uebrigen mit gutem Kitt ausgestopft und ver-

schmiert wurden. Die Fugen im Falze der Klappe waren mit dünnen Bleiplatten p′ überdeckt, um das Eindringen der Luft in die Röhre gänzlich zu verhindern. Sobald die Röhrentheile des Treibrohrs an der Bahn zugerichtet, und der für die Klappe nöthige Längenausschnitt durch eine Hobelmaschine bewerkstelligt war, schritt man zur Anfügung der letztern.

Die Klappe bestund in einem 1/4″ starken ledernen Streifen, der tüchtig mit Schweinefett getränkt wurde; sowohl der obere als untere Theil desselben war mit gußeisernen 7″ 11‴ langen Plättchen p, p verstärkt. Dort, wo zwei lederne Streifen zusammenstießen, überkreuzten sie sich in aneinander genähten schiefen Schnitten, und wurden überdieß noch mit einer sehr dünnen Stahlplatte überdeckt. Die Befestigung der Klappe an das Rohr war einfach, und kann aus der Zeichnung Fig. 15 ersehen werden.

War die Klappe in der Weise hergestellt, so wurde sie sowohl an ihrer obern als unteren Fläche mehrere Mal mit Theer bestrichen, und gegenüber der Befestigungsseite ganz in Fett gelegt, um vollkommen hermetisch zu schließen. Dieses Fett bestund im Sommer aus ein Theil gelbem Wachs und vier Theilen russischem Talge, im Winter aus ein Theil gelbem Wachse und vier Theilen Schweinefett. In der Fortbewegung eines Wagenzugs mußte die Klappe der Verbindungsplatte von Kolben und Leitwagen Durchgang verschaffen. Zu diesem Ende konnte sie sich in verticaler Richtung um den eisernen Rundstab s unter einem Winkel von 35° drehen, indem sie durch an den Kolben befestigte und aus gutem Schmiedeisen gefertigte Laufrädchen r, r′, r″, r‴, Fig. 13, aufwärts gehalten wurde. Durch eine Rolle r⁗ wurde die Klappe wieder fest angedrückt. Rückwärts derselben und ebenfalls am Leitwagen befestigt, gleitete ein Rohr c′ über die Fuge, in der sich das Fett befand. Wenn sich der Wagenzug mit einer Geschwindigkeit von 85′ in der Secunde bewegte, ließ sich an der offen gewesenen Klappe keine andere Spur bemerken, als höchstens eine leichte Unordnung des Fetts in der Fuge.

Was den Kolben betrifft, so bestund dieser aus doppelten, 16″ von einander entfernten und mit Leder verkleideten Backenstücken b, Fig. 13, welche durch 4 bis 6 horizontale Arme a fest mit einander verbunden waren. Sein rückwärtiger Theil trug an der Achse ein Ventil v, welches mittelst der Hebelstange s′ und dem Hebel h′ vom Innern des Wagens aus leicht hin und her bewegt werden konnte. Da die Dichte der Luft vor und hinter dem Kolben eine verschiedene war, so diente die Anordnung des Ventils dazu, die Intensität der bewegenden Kraft nach Belieben zu reguliren, oder nöthigenfalls ganz aufzuheben. Der Dichtegrad der Luft vor dem Kolben wurde im Leitwagen durch ein Barometer b′ angegeben, der zu diesem Zwecke mittelst eines biegsamen luftdichten Schlauches s″, welcher durch eine hohle Schraube s‴ an dem rückwärtigen Theil des Kolbens befestigt war, mit dem luftverdünnten Raume des Treibrohrs in Verbindung stund.

Die Rollen r, r′, r″, r‴ durften den untern Theil des Treibrohrs nicht berühren; damit daher das Ganze des Kolbens um den Mittelbolzen n oder Verbindungsnagel desselben mit dem Leitwagen in stetem Gleichgewichte sich befand, so wurde an das eine Ende ein Gewicht g angeschraubt.

Die Verbindung des Kolbens mit dem Leitwagen geschah durch eine krummgebogene 12″ breite, 15″ hohe und $^3/_4$″ starke Eisenplatte p″; an ihrem untern Theil war dieselbe durch einen Schraubennagel (dem Mittelbolzen) an den Kolben, und an ihrem obern durch eine Zwinge z und Vorsteckkeile k an den Leitwagen befestigt. Das Ganze des Kolbens konnte durch einen besondern Mechanismus um die Achse a gedreht, und dadurch aufwärtsgehoben werden, damit derselbe, im Falle für den Rückzug die Schwere als bewegende Kraft angewendet wurde, die Bahn oder das Treibrohr nicht berührte; zu diesem Ende drehte man die Stange s″″ welche sich bei x, Fig. 13a, in einer Schraubenmutter bewegte.

Ein anderes wesentliches Organ des atmosphärischen Systems bildete das Ventil, welches dem Kolben den Eintritt in das Treibrohr gestattete, und daher Eintrittsventil hieß.

In einer Entfernung von 8 bis 10 Mtr. vom Anfangspunkt des Treibrohrs befand sich ein Röhrenstück von der Form Fig. 13 und 14, welches an der untern Seite durch ebene Flächen halbkreisförmig ausgebogen war. $k_1' \; k_1''$ ist eine Klappe, welche den Querschnitt k′ k″ des Treibrohrs hermetisch schließt; $k_1''' \; k_1^{IV}$ ist jene des Ausbuges, beide drehen sich um eine Achse a′ Fig. 14. Der Durchmesser der Treibrohrklappe war 15″, jener der Ausbugklappe 15½″.

In einer der ebenen Flächen der cylinderförmigen Ausbiegung waren zwei kleine Oeffnungen o, o′ dergestalt angebracht, daß während $k_1' \; k_1''$ das Treibrohr verschlossen hielt, eine derselben vor, die andere rückwärts von $k_1''' \; k_1^{IV}$ zu stehen kam. Beide Oeffnungen konnten von der Außenseite durch einen in seinem Innern hohlen Schieber s^V, Fig. 14, von einander unabhängig gemacht, oder in gegenseitige Verbindung gebracht werden.

Wollte man nun einen Zug in Bewegung setzen, so brachte man den Kolben in das Rohr bei R′, wo man sich nun die Klappe geschlossen zu denken hat, ließ in dem Ausbug R″ die Oeffnung o′ offen, damit darin die Dichte der Luft gleich jener der Atmosphäre blieb, und verdünnte nun solche in R, welches leicht geschehen konnte, da der größere Querschnitt von k‴ k^{IV}, die Klappe bei k′ k″ beständig geschlossen hielt. War dieß geschehen, so ließ man den Schieber s^V vorgleiten, um o′ zu überdecken, und daher o mit o′ in Verbindung zu setzen, wodurch die Luft sich mit Verlust ihrer Dichteintensität nach R stürzte, der Druck in R′ das Uebergewicht gewann, die Klappe, die in Fig. 13 gezeichnete Stellung annahm, und der Kolben sich vorwärts bewegte. Das Vorgleiten des Schiebers geschah mittelst des Hebels h″ h‴, Fig. 14, entweder durch den Bahnwächter oder durch eine mechanische Vorrichtung. Diese letztere bestund in dem Gewichte p, welches an dem Hebel befestigt war, und denselben um die Achse a″ zu drehen suchte, der aber durch einen 5—6 Mtr. langen horizontalen Stab s^{VI} in seiner normalen Stellung so lange zurückgehalten wurde, bis eines der Räder des Leitwagens über eine in dem obern Theil der Schiene eingeschnittene Feder gleitend, diese abwärts drückte, und dadurch den Hacken frei machte, in welchem die Stange s^{VI} eingesperrt war.

Sobald der Zug in die Röhre eingelaufen war, konnte das Ventil wieder durch den Hebel h^{IV} von dem Wächter geschlossen werden.

Soll dieses System für beide Richtungen auf einer Bahn in Anwendung kommen, so müssen natürlich beide Enden des Treibrohrs mit solchen Eintrittsklappen versehen sein; die Compressionsrolle r'''' und der Cylinder c' werden alsdann von dem rückwärtigen Theil des Leitwagens nach dem vordern zu bringen sein. Im andern Falle wird es genügen die Austrittsklappe mit einem einfachen Deckel zu construiren, der an dem untern Theil des Treibrohrs scharnierartig befestigt ist.

Die eben gemachte Bemerkung gilt auch für die Wegübergänge. Das Resultat, welches man an der nunmehr wieder beseitigten atmosphärischen Bahn von London nach Kroydon machte, war folgendes: Die $5\frac{1}{2}$ Meilen lange Strecke zwischen Dartmouth und Kroydon wurde mit einer Kraft von $\frac{4}{5}$ Atmosphärendruck auf den Kolben und einer Last von 45 Ton. in 7 Minuten befahren. Die Luft konnte indeß bis zu $\frac{1}{9}$ verdünnt werden, wo alsdann die Triebkraft $\frac{8}{9}$ Atmosphärendruck und die Geschwindigkeit 70' in der Secunde betrug.

So günstig dieses Resultat aber auch scheinen mag, so ungünstig stellte es sich in ökonomischer Hinsicht; die Unterhaltungen und Reparaturen des Oberbaues der Bahn, der Pumpen und Dampfmaschinen erforderten ein zu großes Kapital — die aufgewendeten Geldsummen waren verloren, und neue mußten wieder zur Umwandlung der Bahn in eine einfache Locomotivbahn geschaffen werden.

§. 103.

System Hallette.

Obgleich auf einer von Clegg erbauten Bahn der Betrieb einfach und sicher von Statten ging, so erleidet dieselbe doch den Vorwurf einer complicirten und sehr kostbaren Constructionsweise, besonders in Bezug auf die Längenklappe.

Hallette machte daher den Vorschlag: im Spiele der Längenklappe jenes unserer Mundlippen nachzuahmen. Zu diesem Ende trägt das Treibrohr auf seinem obern Theile und in einem Stück mit ihm gegossen zwei kleinere elliptisch geformte Röhren, deren offene Enden einander gegenüber stehen und zwar in der Richtung des Längenfalzes, welcher dazu bestimmt ist, dem Kolben eine freie Bewegung zu erlauben. In diese kleinern Röhren werden Schläuche eingesetzt, welche aus Kautschuk bestehen und sehr nachgiebig sind. Füllt man nun das Innere derselben mit comprimirter Luft, so werden sie nothwendig der ganzen Länge nach fest aneinander schließen, und bei der Fortbewegung des Kolbens sich gerade um so viel eindrücken, als es die Dicke der Verbindungsstange erfordert. Man begreift auf diese Weise die Möglichkeit einer gänzlichen Abschließung des Innern des Treibrohrs mit der äußern Atmosphäre.

Den nöthigen Druck dafür bewerkstelligt die stationäre Dampfmaschine durch eine kleine Compressionspumpe, welche man durch ein Rohr mit den beiden Schläuchen in Verbindung bringt.

Die Verbindungsplatte des Kolbens und Leitwagens ist hohl, und bildet ein Oelreservoir zur Schlüpfrigmachung der ledernen Streifen an den Schläuchen*).

*) Näheres: Förster Bauzeitung 1846.

Versuche, welche Hallette mit seinem System auf der Paris-St.-Germain Bahn anstellte, haben keine praktischen Resultate geliefert, daher auch größere Strecken nie zur Ausführung kamen. Wenn auch im Allgemeinen die Hallett'sche Construction einfacher ist wie die Clegg'sche, so haben doch beide den Fehler der zu großen Complicirtheit in der Ausführung, und können um so weniger neben den Locomotivbahnen in Aufnahme kommen, als die Kosten der Herstellung unverhältnißmäßig größer sind, als die einer einfachen Locomotivbahn.



Zwölfter Abschnitt.

Locomotiven und Wagen.

Locomotiven und Wagen.

Locomotiven.

§. 104.

Wie schon in §. 31 erwähnt, nahm der Locomotivbau und somit das ganze Eisenbahnwesen mit der im Jahre 1829 von R. Stephenson für die Liverpool-Manchester Bahn construirten Locomotive „Rakete" eine völlig veränderte Tendenz und Gestalt an und erreichte nach und nach seine gegenwärtige Bedeutsamkeit. Stephenson selbst, im Jahr 1830 mit dem Baue sämmtlicher Maschinen, die auf der oben genannten Bahn zuerst laufen sollten, beauftragt, hatte die erste Gelegenheit weitere Verbesserungen zu machen. Gleichzeitig mit ihm baute Bury in Birmingham für dieselbe Bahn die erste Maschine mit Kurbelachse und horizontal-liegenden Cylindern sowie ganz schmiedeisernen Rahmen, und W. Losh erhielt ein Patent für die noch jetzt sehr verbreiteten Sector-Speichenräder mit flachen schmiedeisernen Speichen. Die von Stephenson in den Jahren 1831 und 32 erbauten Locomotiven waren alle nur vierrädrig und zwar mit Kurbelachse und horizontal in der Rauchkammer liegenden Cylindern, da jedoch die Anwendung größerer Kessel hierbei nicht möglich war, indem die damals angewandten leichten Schienen eher eine Verminderung der Last erforderten als eine Erhöhung derselben zuließen, so brachte Stephenson hinter dem Feuerkasten noch ein drittes kleines Räderpaar an, und gab diesem einen Theil der Last. Hierdurch war die Bewegung der Maschine eine sicherere und stetigere, sowie auch für die Erhaltung der Bahn vortheilhaftere, als bei Anwendung von nur zweien Räderpaaren. Zugleich ließ Stephenson bei den Triebrädern dieser sechsrädrigen Maschinen die Spurkränze weg, um das Bewegen durch die Kurven zu erleichtern. Auch die amerikanischen Ingenieure Balduin und Norris führten im Locomotivbau manche Verbesserungen ein, ersterer trat im Jahr 1834 mit einer vervollkommneten Steuerung auf und letzterer brachte im Jahr 1836 seine Locomotiven mit beweglichem Vordergestell, geraden Triebachsen und außenliegenden Cylindern, die damals als seine eigene Erfindung sehr in Aufnahme kamen, obgleich Stephenson schon im Jahre 1834 mehrere Locomotiven nach dem gleichen System, nur noch weniger vervollkommnet, auf nordamerikanische Bahnen geliefert haben soll.

Um bei vergrößerter Schnelligkeit der Züge die Kolbengeschwindigkeit zu vermindern, ließ Brunel im Jahre 1837 für die breitspurige Great-Western-Bahn die Locomotiven mit Triebrädern von 7 und 8 Fuß Durchmesser versehen.

Stephenson, welcher auch diese Maschinen ausführte, nahm dafür 16″ Cylinderdurchmesser und 16 Zoll Hub, sodann 167 Heizröhren von $1^5/_8$″ Weite und eine Gesammtheizfläche von 674 □′. Die Geschwindigkeit der Züge betrug damals schon 30 bis 36 Meilen per Stunde.

Die rasche Entwicklung des Eisenbahnwesens rief nun eine große Zahl von Maschinen-Etablissements hervor, woraus Locomotiven verschiedener Art hervorgingen, die immer mehr oder weniger den Systemen von Stephenson oder Norris angehörten und sich hauptsächlich in den Dimensionen der Maschinentheile unterschieden. Während sich in England die Etablissements von R. Stephenson, Sharp-Roberts, Sharp-Brothers, Turner Evans, Hawthorn, Bury, Kitson, Torrester, Nasmyth und Rennie in dem Baue der Locomotiven auszeichneten, waren es in Frankreich und Belgien die Etablissements von Meyer und C., Cockerill, Regnier Poncelet, Renard, in Deutschland die Etablissements von Borsig, Keßler, Hirschau, die Eisenbahnwerkstätten der Wien-Gloggnitzer und Magdeburg-Leipziger Bahn, die Fabriken Wiener-Neustadt, Chemnitz, Edmunts und Herrenkohl, sowie Jakobi, Daniel und Huyssen zu Aachen, welche alle zur Vervollkommnung der Construction der Locomotivmaschinen beitrugen.

Die verschiedenen Systeme von Locomotivmaschinen, wie solche vom Jahre 1837 bis zur neuesten Zeit in Ausführung kamen, im Detail zu beschreiben, würde hier zu weit führen, wir bemerken nur im Allgemeinen, daß sie in 3 Hauptklassen zerfallen:

1) In Maschinen nach amerikanischer Bauart mit beweglichem Vordergestelle für Bahnen mit starken Krümmungen und mäßigen Steigungen.
2) In Maschinen nach englischer Bauart mit unveränderlicher Achsenlage für Bahnen mit schwachen Krümmungen und mäßigen Steigungen, und
3) in Maschinen nach deutscher Bauart für Bahnen mit starken Steigungen und scharfen Krümmungen (nach dem System von Engerth), wobei Tender und Locomotive vereinigt sind und alle Räder gekuppelt werden können, sog. Tenderlocomotiven.

Die Maschinen der beiden ersten Klassen sind wieder verschieden construirt, je nachdem sie

a) für gewöhnliche Personenzüge,
b) für Schnellzüge,
c) für Güterzüge dienen sollen.

§. 105.

Ueber die Locomotiven der englischen Eisenbahnen*).

Die große Mehrzahl der jetzigen englischen Locomotiven zeigt in der Construction manche Uebereinstimmungen, wohin namentlich die Anwendung von inwendig liegenden Cylindern und einer großen Heizfläche zu rechnen ist. Manche Verschiedenheiten werden auch nicht sowohl durch verschiedene Systeme, als viel-

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1853.

mehr durch die verschiedenen Bestimmungen der Maschinen hervorgerufen, je nachdem dieselben zu Personenzügen, zu Güterzügen oder zu beiden Zwecken vereint dienen sollen. Die Maschinen für Personenzüge sind durch die Unabhängigkeit und den großen Durchmesser ihrer Triebräder ausgezeichnet, weil man große Geschwindigkeiten erlangen will, ohne dabei doch die bewegenden Maschinentheile durch allzu schnelle Oscillirungen zu ermüden und abzunutzen. Die Maschinen für Güterzüge haben 6 gekuppelte Räder von etwa 5′ Durchmesser, wobei die Kurbeln zur Kuppelung vor den Schmierbüchsen auf dem äußersten Ende der Achse sitzen. Der Maschinenrahmen wird dabei außerhalb der Räder gelegt, damit der Feuerkasten möglichst erweitert und die Heizfläche demnach vergrößert werden kann. Weil man ferner diesen Maschinen große Kessel und innere Cylinder von großer Hubhöhe zu geben pflegt, so kommt der Schwerpunkt der ganzen Masse ziemlich hoch zu liegen, und der Schornstein, dessen größte Höhe über den Schienen in der Regel 14′ nicht übersteigen darf, kann deßhalb nur kurz werden. Bei den Maschinen, welche abwechselnd für Personen- und Güterzüge dienen sollen, liegt der Rahmen ebenfalls außerhalb der Räder; die Triebräder haben 5—6′ Durchmesser und sind mit dem hintern Räderpaar, dessen Achse hinter dem Feuerkasten liegt, zusammengekuppelt. Diejenigen Dimensionen, welche man gewöhnlich an den Haupttheilen der englischen Locomotive findet, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Dimensionen.	Maschinen für Personenzüge.	Maschinen für Güterzüge.	Maschinen für gemischte Züge.
Durchmesser des Kolbens . .	15—18″	15—18″	14—16″
Hubhöhe	20—24″	20—26″	21—22″
Durchmesser der Triebräder .	6—8′	4½—5′	5—6′
Absoluter Dampfdruck . . .	7—9 Atm.	7—9 Atm.	9 Atm.
Abstand der äußern Achsen .	15—18′	14—15½′	15—16′
Directe Heizfläche	80—100□′	70—140□′	85—100□′
Indirecte Heizfläche	900—1800□′	800—1300□′	800—1000□′
Gewicht der Maschine . . .	24—28 Ton.	28—35 Ton.	26—30 Ton.

Was das Gewicht der neueren Maschinen betrifft, so beträgt dasselbe zwischen 25—30 Tonnen, auf der Great-Western Bahn sogar 36 Tonnen. So weit sich die Sache bis jetzt beurtheilen läßt, so würde im Allgemeinen die Regel aufzustellen sein, bei Schienen 70—80 Pfd. pro Yard durch jedes Rad im Durchschnitt ein Gewicht von höchstens 5 Tonnen auf die Schienen übertragen zu lassen. Uebrigens pflegen die englischen Ingenieure die Triebräder, namentlich wenn sie in der Mitte liegen, bedeutend stärker als die Laufräder zu belasten. Die Dimensionen und die Anordnung der bewegenden Hauptheile einer Locomotive werden sich immer zumeist nach der Art des Dienstes, welchen diese Theile zu verrichten haben, und nach der Beschaffenheit der Bahn, die befahren werden soll, richten; zugleich müssen sie aber auch unter einander in einem gewissen unveränderlichen Zusammenhange stehen, wofür die Ausdrücke leicht aus der Natur der Bewegung abgeleitet werden können.

Wenn man den Durchmesser der beiden Kolben durch d, deren Hubhöhe durch l, den Dampfdruck im Cylinder pro □″ durch p, den Durchmesser der Triebräder durch D und die auszuübende Zugkraft durch T bezeichnet, so ist der Dampfdruck auf die Oberfläche eines Kolbens $= p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$, die Leistung beider Kolben während ihres Auf- und Niedergangs $= 2l \cdot 2p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$, welche der entsprechenden Leistung des Widerstandes T bei einer Umdrehung der Triebräder gleichzusetzen ist, nämlich $2l \cdot 2p \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 = \pi DT$ oder $pld^2 = DT$ . . . . . . (I).

Die Gleichung drückt also das Verhältniß aus, welches bei gegebenem Dampfdruck und gegebener Zugkraft zwischen den Dimensionen der Kolben und Triebräder bei einer jeden Locomotive stattfinden muß. Es wird indessen nicht schwer sein, die zweckmäßigsten Dimensionen eines jeden dieser einzelnen Theile aus der obigen Gleichung zu entnehmen, wenn man nur berücksichtigt, daß die Triebräder nicht mehr als 3 Umdrehungen in der Secunde machen dürfen, daß ferner die Kolben und Schieber, ohne Gefahr für ihre Festigkeit und ohne Vermehrung der passiven Widerstände, nicht zu schnell oscilliren dürfen, und daß endlich der nutzbare Dampfdruck p im Cylinder nicht gleich der absoluten Dampfspannung im Kessel ist, weil davon erst 1 Atmosphäre für den Gegendruck der äußern Luft, und 1—1 ½ Atmosphären für die Summe der passiven Widerstände, welche der Dampf auf seinem Wege vom Kessel zum Cylinder zu überwinden hat, abgerechnet werden müssen.

Zur Bestimmung des Gewichts, womit die Triebräder auf die Schienen drücken müssen, dient die auszuübende Zugkraft als Maß, wenn man nämlich den Adhäsions-Coefficienten $= \frac{1}{6}$ annimmt, so muß dieses Gewicht mindestens gleich der sechsfachen Zugkraft sein. Hierbei ist aber zu bemerken, daß ein einziges Paar von großen Triebrädern höchstens mit 10—14 Tonnen belastet werden darf. In dem Falle, daß der Rechnung zufolge die Triebräder noch stärker belastet werden müßten, würde man dieselben mit dem hintern Räderpaare, oder nöthigenfalls mit allen übrigen 4 Rädern zusammenkuppeln.

Eines der wichtigsten Elemente bei der Construction einer jeden Locomotive ist die Größe der Heizfläche, wovon die Verdampfungsfähigkeit des Kessels und folglich die Leistungsfähigkeit der ganzen Maschine abhängt. Die gesammte Heizfläche setzt sich aus der directen und indirecten zusammen, wovon die erstere, aus den innern Wänden des Feuerkastens bestehend, durch unmittelbare Berührung und Ausstrahlung vom Feuer erhitzt wird, während die letztere aus den innern Flächen der Heizröhren besteht. Das Verhältniß der directen Heizfläche zur indirecten nimmt man in der Regel $= \frac{1}{10}$ an.

Um für eine gegebene Locomotive die nöthige Heizfläche berechnen zu können, muß man berücksichtigen, daß die Verdampfungsfähigkeit des Kessels, oder vielmehr das in einer Zeiteinheit entwickelte Dampfvolumen, in geradem Verhältniß zur Größe der Heizfläche steht. Wenn nun d den Durchmesser und l die Hubhöhe der beiden Kolben bezeichnet, so wird von einem Kolben während eines einzigen Auf- und Niederganges ein Dampfvolumen $= 2l \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$ verbraucht, welches zur Größe der gesammten Heizfläche S in einem bestimmten constanten Verhältniß stehen muß. Als Resultat aus vielen Beobachtungen ergibt sich aber, daß der

Werth dieses Verhältnisses, wenn man S in Quadratfußen, d und l in Zollen ausdrückt, durchschnittlich = 0,12 zu setzen ist, nämlich:

$$\frac{S}{\frac{1}{2}\pi d^2 l} = 0{,}12 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (II).$$

Die Dampfspannung im Kessel ist seit längerer Zeit von den englischen Ingenieuren immer mehr verstärkt worden; sie beträgt in den neueren Maschinen fast durchgängig 9,16 Atmosphären, während man sich früher noch meistens mit 7—8 Atmosphären begnügte. Ebenso wurde auch der Durchmesser des Kessels nach und nach bis auf $4\frac{1}{2}$—$5\frac{1}{2}$′ erweitert, während man die Stärke des Kesselbleches um nichts vermehrte. Die französischen Gesetze geben hier folgende Vorschriften:

Kesseldurchmesser.	Wanddicke bei einem Dampfdruck von			
	6	7	8	9 Atm.
Fuß	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
3,3	0,33	0,37	0,4	0,45
3,6	0,34	0,38	0,44	0,50
4,0	0,36	0,41	0,50	0,52
4,3	0,38	0,44	0,53	0,56.

Bemerkenswerth ist bei den jetzigen englischen Maschinen der große Abstand von 15′—16′, welchen man den äußern Achsen zu geben pflegt, selbst bei Maschinen mit 6 gekuppelten Rädern. Die hierwegen erforderliche Vergrößerung der Spurweite der Bahn ist selbst in starken Krümmungen nur unbedeutend; sie wird durch die Pfeilhöhe eines Segments der Kurve ausgedrückt, dessen Sehne gleich dem Abstand der beiden äußern Achsen ist. Die folgende Tabelle zeigt eine Berechnung dieser Art:

Halbmesser der Kurve	Pfeilhöhe des Segments für		
	10′ Sehne	13′ Sehne	16′ Sehne.
Fuß	Zoll	Zoll	Zoll
800	0,18	0,32	0,52
1600	0,09	0,16	0,24
2400	0,06	0,11	0,16
3200	0,05	0,09	0,12

Es wird also für alle Fälle ausreichen, wenn man die Spurweite in den Kurven so groß macht, daß an jeder Seite zwischen Spurkranz und Schiene noch ein Spielraum von etwa $\frac{1}{3}$″ verbleibt.

Der Widerstand, den das Gleiten der Räder in den Kurven erzeugt, bildet nur einen sehr unbedeutenden Theil vom Gesammtwiderstande des Zuges, nämlich nur wenige Procente desselben in einer Kurve von 800 Fuß Halbmesser. Ungleich bedeutender ist aber die Wirkung, welche die Centrifugalkraft durch einen seitlichen Druck des Spurkranzes gegen die Schiene hervorbringen kann, wenn der äußere Schienenstrang in der Kurve nicht hinreichend über den innern erhöht ist, wie dieß in §. 39 angegeben wurde.

Um bei einem gewöhnlichen Zuge die Zugkraft berechnen zu können, welche erforderlich ist, um eine Tonne des Gesammtgewichts mit einer bestimmten Ge-

schwindigkeit zu transportiren, bedient man sich am besten der folgenden Formel nach Wyndham-Harding:

$$T = 5{,}9964 + 0{,}3335\ V + 0{,}002567\ \frac{N.V^2}{P}$$

worin V die Geschwindigkeit des Zugs in engl. Meilen pro Stunde, N die der Luft dargebotene Vorderfläche der Maschine in □′, P das Totalgewicht des Zugs in Tonnen, und T die pro Tonnen auszuübende Zugkraft in Pfunden bezeichnet. Wenn man N = 54 □′ annimmt, so wird für die horizontale Bahn

$$T = 5{,}9964 + 0{,}3335\ V + 0{,}13863\ \frac{V^2}{P} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(III).}$$

Beispiel. Es sind die Dimensionen der Haupttheile einer Locomotive zu berechnen, welche einen Schnellzug von 8 Personenwagen und 7½ Tonnen Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 50 Meilen pro Stunde auf einer Steigung von 1:200 hinauffahren soll. Das Gewicht der Maschine soll 25 Tonnen, des beladenen Tenders 12 Tonnen betragen.

Die Geschwindigkeit des Zuges per Secunde, oder die Umdrehungsgeschwindigkeit der Triebräder ist $\frac{50.5280}{60.60} = 73{,}3'$.

Wenn man also den Durchmesser der Triebräder = 8′ annimmt, so würden diese Räder in der Secunde $\frac{73{,}3}{8\pi} = 3$ Umdrehungen machen müssen.

Das Totalgewicht des Zugs beträgt 97 Tonnen; nach der Formel III ist der Widerstand auf der Horizontalen pro Tonne = 26¼ Pfund, mithin für den ganzen Zug = 97 . 26¼ = 2546 Pfund.

Dazu ist der Sicherheit wegen für unvorhergesehene Fälle noch ¼ zu addiren = 636 „

Der durch die Steigung hervorgerufene Widerstand beträgt $\frac{1}{200}$. 97 . 2240 . . . . 1086 „

Also ist der Gesammtwiderstand, welchen die Maschine muß überwinden können . . . . T = 4268 Pfund.

Wenn man nun die Dampfspannung im Kessel zu 7 Atm. annimmt, so würde man für den Cylinder nur einen Dampfdruck von 4½ Atm. in Rechnung bringen können, weil 1 Atm. für den Gegendruck der äußeren Luft, und 1½ Atm. für die passiven Widerstände in den Röhren, im Schieberkasten und in den Einflußöffnungen des Cylinders, sowie für den Gegendruck des entweichenden Dampfs abgerechnet werden müssen. Es repräsentiren aber 4½ Atmosphären einen Druck p = 4½ . 16½ = 74,25 Pfd. pro □″. Es sind nun die Werthe von p, T und D der letztern in Zollen ausgedrückt, in die Formel I zu substituiren, dann wird

$$4268 = 74{,}25 . \frac{d^2 l}{8.12} \text{ oder}$$

$$d^2 l = 5520 \text{ Kubik-Zoll.}$$

Wenn man also den innern Durchmesser d des Cylinders etwa 16″ annimmt, so müßte der Kolbenhub l = 21 — 22″ werden.

Um, bei Voraussetzung des Adhäsions-Coefficienten = $1/_6$, eine hinreichende Adhäsion der Triebräder auf den Schienen zu bekommen, muß man denselben mit Inbegriff ihres Eigengewichts eine Belastung von mindestens $\frac{6.4268}{2240} = 11\,1/_2$ Ton., oder für jedes Triebrad von $5\,1/_2$ Ton. geben.

Die erforderliche Größe der gesammten Heizfläche S bekommt man durch Anwendung der Formel II, nämlich:

$$\frac{S}{1/_2 . 3{,}14 . 5520} = 0{,}12 \text{ oder } S = 1040 \square'.$$

Da aber die directe Heizfläche S_1 sich zur indirecten $S_2 = 1:10$ zu verhalten pflegt, so würde man etwa $S_1 = 95 \square'$ und $S_2 = 945 \square'$ anzunehmen haben.

Zweites Beispiel. Eine Locomotive von 24 Ton. Gewicht mit einem Tender von 11 Ton. soll einen gemischten Zug, der aus 16 Wagen, theils Personen-, theils Güterwagen von $7\,1/_2$ Ton. Gewicht besteht, auf $1/_{200}$ Steigung mit 28 Meilen Geschwindigkeit pro Meile aufwärts, und mit 34 Meilen Geschwindigkeit abwärts fahren.

Der Durchmesser der Triebräder ist nach deren größter Geschw. von 34 Meilen zu berechnen, woraus sich dann ergibt, daß er, bei $2\,3/_4$ Umdrehungen der Räder in einer Secunde, etwa = 6′ sein muß. Deßgleichen findet man die übrigen Dimensionen der Maschinentheile durch eine ähnliche Rechnung wie oben:

Durchmesser des Kolbens	= 15″
Hubhöhe	= 22″
Directe Heizfläche	= 90 □′
Indirecte "	= 900 □′
Auszuübende Zugkraft	= 5230 Pfd.
Dampfspannung im Kessel	= 7 Atm.

Die erforderliche Belastung der Triebräder würde der Rechnung zufolge mindestens = 15 Ton., oder für jedes Rad = $7\,1/_2$ Ton. sein, was aber nicht mehr zulässig ist; man würde also in diesem Falle 4 gekuppelte Räder anzuwenden haben.

Im Nachfolgenden sollen die neuesten Locomotiven Englands näher beschrieben werden:

Stephenson's neueste Expreßmaschine, welche Fig. 2, Taf. XXIX. zeigt, hat eine Feuerbüchse von 5′ Länge im Lichten mit quer durchgehender Feuerbrücke. Der cylindrische Kessel ist 10′ 9″ lang, und hat 3′ 9″ lichte Weite, die Sieberöhren sind 11′ lang, und 173 Stück von 2″ äußerem Durchmesser vorhanden. Die Heizfläche der Feuerbüchse ist 82 □′, die Gesammtheizfläche 1046 □′. Diese Maschine hat 6′ 6″ Triebräder und innenliegende Cylinder von 16″ Durchmesser bei 22″ Hub. Ihr Gewicht ist 26 Tonnen. Sie hat 14′ Radstand.

Sharp, Wilson, Hawthorn, Kitson ꝛc. geben ihren Expreßmaschinen ganz ähnliche Verhältnisse.

Sharp hat bei 5′ langer Feuerbüchse einen 11′ 6″ langen Kessel mit 192 Stück 2zölligen Röhren. Der Kessel liegt sehr hoch, und die ganze Maschine sieht besonders dadurch etwas unsolide aus, daß sie nur einfache Fraims hat.

Wilson's Jenny-Lind-Maschine, Fig. 11, hat denselben Kessel wie Stephenson, nur daß die Feuerbüchse 4′ lang und ohne Feuerbrücke ist; sie hat 15″ Cylinder, 20″ Hub, 6′ Triebräder, Gewicht 24 Tonnen mit Wasser und Koaks, davon ist das Gewicht auf der Triebachse 10, auf der Vorderachse 8, und auf der Hinterachse 6 Tonnen. Ihr Radstand ist 14′ 9″.

Diese Maschinen ziehen excl. des 16 Ton. schweren Tenders im Maximum über Steigungen von 1:330 unter günstigen Umständen 100 Tonnen, so daß das Gesammtgewicht des Zugs 140 Ton. ist, mit 40 Meilen Geschwindigkeit. Sie gebrauchen dabei 35 Pfund Koaks per englische Meile. Bei den gewöhnlich leichteren Zügen ist der Koaksverbrauch 28 Pfund.

Die zweite Kathegorie: Maschinen mit 4 gekuppelten Rädern, haben in der Regel denselben Kessel und dieselbe Verdampfungsfähigkeit. Schöne Maschinen dieser Art bauen Kitson in Leeds und Wilson daselbst, sie haben 5′ 6″ Triebräder, ein Paar hinter der Feuerbüchse, 16″ Cylinder und 24″ Hub. Sie zogen auf der Leeds-Northern Bahn auf durchschnittlichen Steigungen von 1:100 Personenzüge von 80 Tonnen, incl. Maschinen und Tender 120 Tonnen mit 30 Meilen Geschwindigkeit. Ihr durchschnittlicher Koaksverbrauch ist 30 Pfund per Meile. Eine solche Maschine ist durch Fig. 3 dargestellt.

Die Gütermaschinen mit 6 gekuppelten Rädern werden bei Wilson, Kitson und Hawthorn, etwa wie Fig. 4 darstellt, angeordnet. Der Feuerkasten ist 5′ lang, hat eine in der Regel quer durchgehende Feuerbrücke. Die Räder haben meist 5′ Durchmesser. Ihre Cylinder haben 16—18″ Durchmesser bei 24″ Hub, ihr Radstand ist 14—15′.

Wilson's Maschine dieser Art hat 17zöllige Cylinder, 1275 □′ Heizfläche bei 11′ langem Kessel mit 178 Stück 2zölligen Siederöhren. Sie wiegt leer 26¾ Tonnen, gefüllt gegen 30 Tonnen. Man befördert mit diesen Maschinen bei günstigem Terrain 400 Tonnen mit 20 Meilen Geschwindigkeit per Stunde. Der Koaksverbrauch ist bis 45 Pfund per Meile.

Stephenson's neueste Last-Maschine hat die Einrichtung, wie Fig. 5 darstellt, 6 gekuppelte Räder von 5′ Durchmesser, 18″ Cylinder-Durchmesser, 24″ Hub. Die Hinterachse geht durch die Feuerbüchse, der Kessel ist hier aufgeschlitzt, und zugleich eine quergehende Feuerbrücke gebildet. Der Kessel ist 12′ lang, und hat 230 Siederöhren von 2″ Stärke. Die Feuerkiste ist im Lichten 5′ lang, ganze Feuerfläche 1350 □′, das Gewicht der gefüllten Maschine ist 34 Tonnen, ihr Radstand ist nur 13′ 6″.

Fig. 6 ist eine Maschine nach Crampton's System mit unabhängiger Zwischenachse, welche bei Stephenson für den Continent gebaut wurde. Sie hat innen liegende Cylinder, 15″ Cylinderdurchmesser, 22″ Hub, 6′ Triebräder, 15′ 6″ Radstand; sodann doppelte Fraims, in den innern liegen die Triebräder mit der Zwischenachse, in den äußern die Laufräder. Zwischen den Fraims geht die Kuppelstange.

Man will diese Maschinen wegen der vielen bewegenden Theile, des großen Radstandes und der für das Triebrad ungünstigen Gewichtsvertheilung im Allgemeinen nicht loben.

Die Construction von den Crampton'schen Personen-Zugmaschinen, welche Fig. 7 zeigt, mit außenliegenden Cylindern, ist eine viel angewendete. Die Maschine eignet sich besonders für Schnellzüge, und fährt sich sehr ruhig.

Maschinen mit viereckigem Dom, einfach und gekuppelt, wie Fig. 8 gezeichnet, baute Stephenson, sie haben 14zöllige Cylinder mit 22″ Hub, 133 Stück 10′ 6″ lange Siederöhren, 5′ 6″ Triebräder, 3′ 6″ Laufräder, oder wenn gekuppelt 5′ Triebräder. Ihr Radstand ist 13′.

Endlich ist hier noch eine Tendermaschine von Kitson zu erwähnen; sie ist in Fig. 9 dargestellt, hat 11zöllige Cylinder, 22″ Hub, 6′ Triebräder, und dient für Zweigbahnen. Sie hält in den Wasserreservoirs, von denen eins unter der Maschine ist, 500 Gallons Wasser, für 30 Meilen ausreichend, und hält für 60 Meilen den Koaksbedarf. Ganzes Gewicht der gefüllten Maschine = 17 Tonnen.

Eine andere Tendermaschine von Wilson in Leeds zeigt Fig. 10. Der Kessel derselben hat eine eigenthümliche Gestalt, nämlich zwei getrennte Feuerbüchsen und zwei nebeneinander liegende cylindrische Kessel von 1³/₄′ Durchmesser und 10′ 6″ Länge mit zwei halbcylindrischen Dampfräumen über den letztern von circa 7 Zoll Weite. Fig. 10a ist ein Querschnitt durch die cylindrischen Kessel resp. den Rauchkasten. Die 12″ weiten Cylinder liegen innerhalb und wirken auf eine Kurbelachse. Die letztere ist außerhalb mit der Hinterachse verkuppelt. Die Triebräder haben 5′, die Laufräder 3′ 6″ Durchmesser. Der Kolbenhub beträgt 22″, und der Radstand 12′ 6″.

Im Allgemeinen werden die Locomotivkessel mit 150 Pfund Druck probirt, die meisten Bahnen fahren mit bis 100 Pfund gespanntem Dampfe.

Im Allgemeinen gibt man dem Locomotivkessel selten mehr als 12′ Länge, und begnügt sich namentlich für Bahnen mit bedeutenden Kurven mit 10′ langen Kesseln; auch die Feuerbüchsen sucht man möglichst groß zu machen, um die directe Heizfläche zu erhöhen.

Wie weit in dieser Beziehung gegangen wird, zeigt die Fig. 1, welche eine von M. Connel construirte Expreßmaschine vorstellt, die bei Wilson in Leeds gebaut wurde. Die Feuerbüchse ist bei gewöhnlicher Breite und der Länge nach gehender Feuerbrücke 5′ 6″ lang, und geht noch um 5′ in den cylindrischen Kessel hinein, so daß die ganze Länge 10′ 6″ beträgt, während die Röhren nur 7′ lang sind. Der Kessel hat 307 Röhren von 1³/₆″ Weite. Gesammte Heizfläche 1240 □′, wovon 260 □′ auf die Feuerbüchse kommen.

Der Kessel ist unten, um Raum für die Kurbel der innenliegenden Cylinder zu erhalten, etwas eingezogen. Die Triebräder haben 7′ 6″, Vorderräder 4′ 6″, Hinterräder 4′ Durchmesser; die Cylinder haben 18″ Durchmesser und 24″ Hub. Man beabsichtigt mit dieser Maschine mit 60 Meilen Geschwindigkeit per Stunde zu fahren.

§. 106.

Ueber die Locomotiven deutscher Eisenbahnen.

Die ersten Locomotiven auf den neuesten Bahnen Deutschlands gehörten den Systemen von Stephenson und Norris an und wurden aus englischen Maschi-

nenwerkstätten bezogen. Erst mit der weiteren Entwickelung des Eisenbahnwesens in Deutschland entstunden auch deutsche Maschinenetablissements, welche theils die englischen oder amerikanischen Mustermaschinen getreu nachahmten, theils dieselben etwas veränderten, und hinsichtlich der Genauigkeit in der Ausführung und Solidität nicht nur erreichten, sondern sogar übertrafen.

Die bisher in Deutschland angewendeten Locomotiven lassen sich wieder in 3 Klassen bringen. Die erste Klasse bilden die Personentransportmaschinen mit 2 großen, in der Mitte der Maschine befindlichen Triebrädern. Da bei diesen Maschinen die größte Last in der Mitte auf den Triebrädern ruht, so nehmen sie bei sehr großer Geschwindigkeit leicht eine hüpfende Bewegung an, und vermehren somit die Gefahr des Entgleisens von den Schienen; man hat deßhalb in neuerer Zeit auf mehreren Bahnen für die Schnellzüge die Crampton'schen Personentransportmaschinen mit 2,1 bis 2,4 Mtr. großen Triebrädern und außenliegenden Cylindern, die in der Mitte neben dem Kessel angebracht sind, mit gutem Erfolge angewendet. Dieselben zeigen dadurch, daß die mittlern Räder am wenigsten belastet sind, eine bedeutende Stabilität, laufen bei mäßiger Geschwindigkeit der Kolben sehr rasch, und was die Hauptsache ist, weit ruhiger als alle andern Maschinen, die man bisher zu Personentransporten anwendete.

Die Gewichte dieser Personentransportmaschinen sind sammt Koaks und Wasser 19—20 Tonnen.

Die zweite Klasse bilden die Gütermaschinen für mäßige Steigungen. Dieselben sind sechsrädrig, haben 4 Triebräder und 1,5 Mtr. Durchmesser, welche gekuppelt sind, und wiegen sammt Koaks und Wasser 20 bis 21 Tonnen.

Die dritte Klasse endlich bilden die Gütermaschinen für stärkere Steigungen mit 6 gekuppelten Treibrädern von 1,5 Mtr. Durchmesser, und einem Gesammtgewicht von 22 bis 23 Tonnen.

Für sehr große Steigungen haben in neuester Zeit die nach dem Engerth'schen Princip construirten Tendermaschinen Eingang gefunden, inwiefern dieselben sich für die Folge bewähren werden, ob sie namentlich vortheilhafter sind als die Anwendung leichterer Gütermaschinen, dürfte zur Zeit nicht mit Bestimmtheit gesagt werden können.

Vortreffliche Untersuchungen darüber, welche Geschwindigkeiten der verschiedenen Construction der Maschinen, je nach der Lastvertheilung, der Anordnung der arbeitenden Theile rc., ohne Gefahr zuzumuthen seien, hat die K. Pr. Regierung durch eine Commission von Technikern anstellen lassen. In Bezug auf die sicherstmögliche Construction von Personen- und Lastmaschinen verweisen wir auf diese Arbeiten, aus denen wir folgenden Auszug mittheilen:

Erfordernisse der für Schnellzüge geeigneten Locomotiven in ihren Hauptconstructionsverhältnissen.

1) Großer Radstand an und für sich und im Verhältniß zur Kessellänge. Absolutes Minimum des Radstandes: 13 rh. Fuß oder 4·08 Mtr., wobei der Kessel einschließlich des Rauch- und Feuerkastens nicht über 15½ Fuß oder

4·86 Mtr. lang sein darf, für einen Radstand von 15 Fuß oder 4·71 Mtr.: Kessellänge nicht über 20$\frac{1}{2}$ Fuß oder 6·4 Mtr.

Wünschenswerth erscheint es jedoch, den Radstand im Verhältniß zur Kessellänge größer anzunehmen als vorstehend angegeben ist.

2) Die Hinterachse soll hinter dem Feuerkasten liegen.

3) Die Vorderachse soll mindestens $\frac{3}{8}$ des betreffenden Minimal-Radstandes vor dem, bei betriebskräftigem Zustande der Maschine, ausschließlich des Eigengewichtes der Achsen und Räder, ermittelten Schwerpunkt liegen.

4) Die Maschine muß 3 Achsen haben, deren Räder mit Spurkränzen versehen sind. Wenn derselben, was zuläſſig ist, 4 Achsen mit Rädern gegeben sind, so kann die am wenigsten belastete Achse, welche jedoch nicht Endachse sein darf, Räder ohne Spurkränze haben.

5) Jede Achse, deren Räder Spurkränze haben, müssen mindestens $\frac{1}{5}$ der Totallast der Locomotive tragen.

6) Die Belastung der Vorderachse soll bei dem angegebenen Minimalabstand vom Schwerpunkt nicht weniger als $\frac{1}{3}$ des Totalgewichts betragen. Ist der Abstand der Vorderachse mindestens gleich der Hälfte des betreffenden Minimal-Radstandes, so darf die Belastung bis auf $\frac{1}{4}$ des Totalgewichts ermäßigt werden; weniger als $\frac{1}{4}$ ist in keinem Falle zuläſſig. Es empfiehlt sich, alle diese für die Belastung der Vorderachse angegebenen Verhältnißzahlen um 20 Procent zu erhöhen.

7) Die Treibachse muß hinreichend belastet sein, um die Schnellzüge der Bahn, für welche die Maschine bestimmt ist, fortzuschaffen. Hiernach und nach der Belastung der übrigen Räder richtet sich das Gewicht der Maschine.

8) Die Belastung der einzelnen Räder muß möglichst constant und unabhängig von den Unebenheiten der Bahn gemacht werden.

Dieß läßt sich bei sechsrädrigen Maschinen dadurch erreichen, daß die eine Endachse durch eine Querfeder belastet wird, oder die etwa gesonderten Federn dieser Achse durch einen Querbalançier verbunden werden, während die Uebertragung der Last auf die beiden andern Achsen auf jeder Seite der Maschine durch einen Balançier und zwei Federn, oder aber durch eine gemeinschaftliche Feder bewirkt wird. Die Querfeder wird am besten an der am wenigsten belasteten Endachse angebracht sein. Wenn die Construction dieses nicht zuläßt, so wird die Stabilität vermindert; sie kann jedoch innerhalb gewisser Grenzen wieder vergrößert werden, wenn die übrigen Achsen Lager außerhalb der Räder erhalten.

9) Der Durchmesser der Triebräder darf nicht zu klein, der Kolbenhub nicht zu groß sein. 6$\frac{1}{2}$ Fuß oder 2·04 Mtr. Raddurchmesser bei 20 Zoll oder 0·52 Mtr. Kolbenhub gibt ein günstiges Verhältniß.

10) Es ist nicht räthlich, Laufräder unter 3$\frac{1}{2}$ Fuß oder 1 Mtr. Durchmesser zu nehmen.

11) Solid abgesteifte Laufachsengabeln.

12) Möglichst tiefe Lage des Kessels.

13) Möglichst richtiges Balançiren der Kolben nebst Zubehör. Letztere Bestandtheile sind so leicht zu machen, als mit der erforderlichen Stärke vereinbar.

14) Steuerung thunlichst einfach.

15) Feste Kuppelung zwischen Locomotive und Tender, durch elastische Puffer gespannt.

16) Radstand des Tenders nicht unter 11 Fuß oder 3·45 Mtr., dabei außenliegende Lager und ein Raddurchmesser von nicht unter $3^1/_2$ Fuß oder 1 Mtr.

Erfordernisse der für Güterzüge geeigneten Locomotiven in ihren Hauptconstructionsverhältnissen.

a. Für Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen.

Vorausgesetzte Leistungsfähigkeit: Fortschaffung von 14000 Ctr. oder 718,2 Ton. Bruttolast auf horizontaler Bahn, bei mittlern Witterungsverhältnissen, mit einer Maximalgeschwindigkeit von 15 Minuten per Meile oder 8 Mtr. per Secunde.

1) Vier gekuppelte Räder.

2) Belastung der gekuppelten Achsen, einschließlich des Eigengewichts der Achsen und Räder mit $^1/_{35}$ der fortzuschaffenden Bruttolast.

3) Ein Treibraddurchmesser von 5 Fuß oder 1,57 Mtr., Kolbenhub von 22 bis 24 Zoll oder 0,57 bis 0,62 Mtr. und Cylinderdurchmesser von 16 Zoll oder 0,416 Mtr. bei 100 Pfd. Dampfdruck, sowie ein Treibraddurchmesser von 4 Fuß oder 1,25 Mtr., Kolbenhub von 24 Zoll oder 0,628 Mtr., Cylinderdurchmesser von $15^1/_2$ Zoll oder 0,4 Mtr. bei 80 Pfd. Dampfdruck, erscheinen als günstige Verhältnisse.

Ein geringeres Maß als 4 Fuß oder 1,25 Mtr. für den Raddurchmesser ist für die angenommene Maximalgeschwindigkeit unzweckmäßig. Für die angegebenen Verhältnisse läßt sich der Kessel so construiren, daß er die nöthige Verdampfungsfähigkeit besitzt.

Ein wesentlich anderes Verhältniß zwischen der aus Cylinderdurchmesser, Kolbenhub und Dampfdruck resultirenden Kraft zu dem aus dem Durchmesser der Treibräder und deren Belastung resultirenden Widerstande gegen das Gleiten würde, wenn dieser Widerstand geringer wäre, das Gleiten der Treibräder befördern, und wenn jene Kraft geringer wäre, die Zugkraft vermindern, sowie die Fortschaffung einer todten Last zur Folge haben.

4) Es ist unbedenklich, sämmtliche Achsen vor den Feuerkasten zu legen.

5) Für eine Länge des Kessels einschließlich des Feuer- und Rauchkastens von $18^1/_2$ bis $19^3/_4$ Fuß oder 5,8 bis 6,2 Mtr., soll der Radstand mindestens 10, respective $10^1/_2$ Fuß oder 3,14, resp. 3,29 Mtr. sein. Ein längerer Radstand wirkt vortheilhaft in Bezug auf die Abnutzung der Lager. Ein Radstand unter 3,14 Mtr. ist unzuläßig.

6) Der Abstand der Vorderachse vom Schwerpunkt soll mindestens die Hälfte des Minimalradstandes betragen.

7) Die Vorderachse ist für den Minimalabstand vom Schwerpunkt mit nicht weniger als $^1/_4$ des ganzen Gewichts der Maschine zu belasten. Beträgt der Abstand der Vorderachse vom Schwerpunkt mindestens $^2/_3$ des Minimalradstandes, so darf die Belastung derselben auf $^3/_{16}$ der Totallast ermäßigt werden. Weniger als $^3/_{16}$ ist in keinem Falle zulässig.

8) Die Belastung aller Achsen ist constant zu machen. Dieß ist zu erreichen, indem entweder die gesonderten Federn der gekuppelten Achsen durch Balanciers verbunden oder beide Achsen auf jeder Seite der Maschine durch eine gemeinschaftliche Feder belastet werden.

9) Absteifung der Laufachsgabeln.

10) Möglichst vollkommene Expansion.

b. Für Bahnen mit ungünstigen Steigungsverhältnissen bis 1 zu 80.

Vorausgesetzte Leistungsfähigkeit: Fortschaffung von 3000 Ctr. oder 154 Ton. Bruttolast bei mittleren Witterungsverhältnissen mit einer Maximalgeschwindigkeit von 20 Minuten per Meile oder 6,2 Mtr. per Secunde.

1) Sechs gekuppelte Räder.

2) Eigengewicht der Maschine in betriebsfähigem Zustande $^1/_6$ bis $^1/_5$ der Bruttolast oder 25 bis 30 Ton.

3) 4 Fuß oder 1·25 Mtr. Raddurchmesser, 24″ oder 0,628 Mtr. Kolbenhub und 16″ oder 0,416 Mtr. Cylinderdurchmesser bei 80 Pfd. Dampfdruck, erscheint als günstiges Verhältniß.

4) Es ist zweckmäßig, sämmtliche Achsen so zu legen, daß sie gleich belastet sind.

5) Die Belastung der Achsen ist in der oben angedeuteten Weise constant zu machen. (Sub. a. 8).

6) Für den Radstand gilt im Allgemeinen das (sub. a. 5) Angeführte. Für Kessellängen von 21$^1/_2$ Fuß oder 6,75 Mtr. bestimmt sich das Minimum des Radstandes auf 11 Fuß oder 3·45 Mtr.

7) Möglichst vollkommene Expansion.

Indem wir zum Schlusse dieses Kapitels eine Tabelle für die Hauptdimensionen der Lokomotiven Deutschlands folgen lassen, bemerken wir, daß die großen fahrplanmäßigen Geschwindigkeiten der Eisenbahnzüge in den verschiedenen Ländern Europa's folgende sind:

	Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde in Meilen.
Deutsche Bahnen	4,43
Russische „	3,96
Belgische „	5,20
Französische „	6,30
Englische „	6,80.

Tabelle
für die Hauptdimensionen der Locomotiven in Deutschland.

Theile der Maschinen.	Baden			Baiern	Oesterreich	
	Stephenson 1	Meyer 2	Keßler 3	Meyer 4	Meyer 5	Engerth 6
	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.	Mtr.
Cylinder-Durchmesser	0,355	0,355	0,329	0,304	0,329	0,474
Hub	0,457	0,540	0,456	0,508	0,632	0,600
Durchm. der Treibräder	1,676	1,829	1,672	1,530	1,264	1,108
„ „ Laufräder	1,090	1,090	1,090	0,920	0,790	1,108
„ „ Kessel .	0,940	1,020	1,037	1,020	1,122	1,521
Länge der Kessel . .	3,680	3,760	2,432	2,750	3,792	4,42
Anzahl der Röhren .	150	121	99	111	115	—
Innerer Durchmesser der Röhren . . .	0,041	0,041	0,05	0,041	0,041	—
Feuerbüchse Länge	0,950	1,170	0,808	—	C.Mtr. 1,153	1,00
Feuerbüchse Breite	0,950	1,073	1,191	—		1,316
Feuerbüchse Höhe	1,220	1,180	1,076	—		1,58
	□Mtr.	□Mtr.	□Mtr.	□Mtr.	□Mtr.	□Mtr.
Directe Heizfläche bei der Feuerbüchse . .	5,57	5,34	5,05	5,00	5,00	6,93
Heizfläche der Röhren	71,06	61,93	40,75	43,00	71,85	131,67
Totale Heizfläche . .	76,63	66,73	45,80	48,00	77,88	138,60
	Kilogr.	Kilogr.		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Gewicht d. Maschine (leer)	17000	17200	—	14600	17000	47040

1) Neuere Maschine von Stephenson mit 6 Räd.
2) Maschinen mit innern Cylindern und Expansion mit 6 Räd.
3) „ „ „ „ „ „ „ „ „
4) „ „ äußern „ „ äußern Rahmen mit 6 Räd.
5) Amerikanische Maschinen mit 6 Räd.
6) Semmering-Maschinen mit Tender, 10 Räd.

Wagen.

§. 107.

a) Personenwagen.

Die Anforderungen an diesen Theil des Betriebsmaterials einer Eisenbahn sind so verschieden und mannigfaltig, daß es äußerst schwierig, ja unmöglich ist, sie alle vollkommen zu befriedigen.

Kein Wagensystem hat auch bis jetzt allgemein Eingang gefunden, vielmehr läßt sich bei den ausgeführten Bahnen verschiedener Länder eine wesentliche Verschiedenheit in der Einrichtung der Wagen erkennen, und ist man allerwärts bemüht noch weitere Verbesserungen und Vervollkommnungen in diesem Zweige der Eisenbahntechnik eintreten zu lassen, da ohne ein gutes Betriebsmaterial selbst die beste Eisenbahn nur ungenügende Resultate zu liefern vermag.

Die Schwierigkeiten bei der Construction der Wagen liegen hauptsächlich darin, daß die Befriedigung der Haupterfordernisse dieser Construction zum Theil entgegengesetzte Maßnahmen bedingt und es folglich darauf ankommt, ein richtiges Mittel zu wählen, welches allen Bedingungen und Verhältnissen des Alignements, Betriebs und Verkehrs der Bahn am meisten entspricht.

Wie aber auch diese Verhältnisse sein mögen, so sind bei der Construction der Personenwagen folgende Hauptpunkte zu berücksichtigen:

1) daß ihre Bewegung eine ruhige und sichere sein soll und
2) möglichst wenig Widerstände erzeuge, besonders in Kurven von geringem Halbmesser;
3) daß sie möglichst viele Personen fassen und dabei für den Betriebsdienst bequem sind.

Bis jetzt hat man vier-, sechs- und achträdrige Eisenbahnwagen in Anwendung gebracht, die Wahl der einen oder andern Gattung hängt von den Betriebs- und Verkehrsverhältnissen einer Bahn, sowie von den verschiedenen Ansichten der Ingenieure ab.

Die ältesten Wagen sind die nach englischem System, nach welchem die Wagenkasten 3, höchstens 4 Coupées haben, die auf 4 Rädern ruhen. Dieses System ist noch üblich auf den meisten englischen und belgischen, auf einem großen Theile der französischen Bahnen. Die Kasten haben in der Regel eine Länge zwischen 4·8 und 6 Mtr., bei einer Höhe von 1·52 bis 1·8 Meter. Der Radstand variirt zwischen 2,25 und 3,6 Mtr. und ihr Gewicht übersteigt selten 3000 bis 4000 Kilogr. Je nach der Klasse enthalten sie 18 bis 24, nur selten 32 bis 35 Plätze. Die Fig. 14 und 14a, Taf. XXIX. zeigen einen Personenwagen 3ter Klasse auf der badischen Bahn.

Das Bedürfniß größerer Wagen auf Bahnen mit großem Personenverkehr rief später die Construction sechs- und achträdriger Wagen hervor; erstere findet man fast ausschließlich auf den norddeutschen Bahnen, letztere insbesondere auf den amerikanischen und als Nachahmung auf einigen österreichischen Bahnen und in Württemberg. Bei den sechsrädrigen Wagen haben die Kasten eine Länge von 7·5 bis 10·5 Meter, sind in 4 oder 5 Coupées abgetheilt und fassen 30 bis 60 Personen. Der Radstand variirt zwischen 4·5 und 7·32 Mtr. Die Fig. 13 und 13a zeigen einen sechsrädrigen Wagen der Main-Neckar-Bahn mit 5 Mtr. Radstand und 40 Plätzen. Zuweilen ist bei den sechsrädrigen Wagen mit größerem Radstande als 5 Mtr. die Construction der Aufhängung auf den Federn der Art, daß eine kleine Drehung der Vorder- und Hinterachsen gestattet ist, wodurch das Befahren von Kurven mit ziemlich kleinen Radien möglich wird. (Main-Weser-Bahn). Das Gewicht dieser Wagen variirt zwischen 6000 bis 7500 Kilogr. Die amerikanischen achträdrigen Wagen haben Kasten von 11 bis 12 Mtr. Länge; dieselben sind zuweilen in Abtheilungen getheilt und enthalten 50 bis 100 Personen. Die Wagenkasten ruhen auf 2 um einen Zapfen beweglichen vierrädrigen Untergestellen und können somit trotz ihrer bedeutenden Länge in scharfen Kurven laufen. Das Gewicht dieser achträdrigen Wagen variirt zwischen 10000 und 12000 Kilogr. Die Fig. 12 und 12a zeigen einen achträdrigen Personenwagen der württembergischen Bahn. Derselbe faßt 52 Personen und hat einen Radstand

von 8·8 Mtr. Die Fig. 19, 19a und 19b geben die Construction eines Drehgestelles mit 2 Räderpaaren.

Außer diesen 3 Hauptsystemen gibt es noch andere Wagenconstructionen, wie z. B. die belgischen mit niederem Gestelle, die Wagen mit mechanischen Untergestellen von Themor und andern mehr, welche wir jedoch hier nicht näher berücksichtigen wollen.

Betrachten wir die 3 Hauptsysteme bezüglich ihrer Sicherheit für den Betriebsdienst, so haben wir vor Allem zu untersuchen, wie die Radachsen belastet und welchen nachtheiligen Einwirkungen sie, besonders bei dem Befahren von Kurven, ausgesetzt sind.

Dem oben angeführten Gewichte nach, belastet leer das vierrädrige Wagensystem die Achse mit 1500 bis 2000 Kilogr., das sechsrädrige mit 2000 bis 2500 Kilogr. und das amerikanische achträdrige mit 2500 bis 3000 Kilogr. Vollständig besetzt und das Gewicht der Personen zu 75 Kilogr. durchschnittlich angenommen, findet sich die Belastung der Achse bei dem

vierrädrigen (30 Personen) System zu 2625—3125 Kilogr.
sechsrädrigen (50 Personen) „ „ 3250—3750 „
achträdrigen (80 Personen) „ „ 4000—4500 „

Die Achsenbelastung, welche die Personenwagen der meisten Bahnen durchschnittlich zu tragen haben, ist jedoch weit von der obigen Maximalbelastung entfernt, für deren Beförderung sie construirt sind, und es ergeben sich daher auch die Einwirkungen auf Achsen und Räder geringer, als sich nach Einrichtung der Wagen vermuthen ließ; immerhin läßt sich aber aus den obigen Zahlen für die Achsenbelastungen der Schluß ziehen, daß die leichten vierrädrigen Personenwagen in Bezug auf Sicherheit gegen Achsen- und Federbruch, insofern derselbe von der Belastung herrührt, vor den andern Wagen den Vorzug verdienen.

Die nachtheiligen Einwirkungen, welchen die Wagen der verschiedenen Systeme unter sonst gleichen Umständen bei rascher Bewegung in Kurven ausgesetzt sind, und welche darin bestehen, daß sich die Spurkränze der äußern Räder trotz den üblichen Vorbeugungsmitteln gegen die Schienen pressen, somit eine bedeutende Reibung und folglich auch Abnutzung zur Folge haben, müssen offenbar um so geringer sein, je kleiner der Radstand ist; hieraus geht abermals hervor, daß die vierrädrigen Wagen den Vorzug vor den sechsrädrigen verdienen. Aber auch die Achsen der amerikanischen Wagen sind weit nachtheiligeren Einwirkungen unterworfen, als dieselben Theile der vier- oder sechsrädrigen Wagen, obschon sie bewegliche Gestelle haben; die Drehgestelle mit kurzem Radstande drängen sich nämlich, sobald die Räder durch Abnutzung der Spurkränze einigen Spielraum zwischen den Schienen erlangt haben, so beträchtlich im Geleise, daß die Räder sehr bedeutende Pressungen gegen die Spurkränze, besonders bei der Fahrt in der geraden Bahn, zu ertragen haben; ferner wirken die Massen der langen blos an den Enden gestützten Wagenkästen, sobald eines der Drehgestelle, durch Ungleichheiten im Geleise, eine Erschütterung nach oben oder unten bekommt, hammerartig auf die Achsenschenkel, woher es denn rührt, daß die bei weitem meisten Achsen an Wagen mit amerikanischen Gestellen brechen. Das amerikanische Gestellsystem hat ferner die bedenkliche Eigenschaft, daß, beim Ausgleisen eines Wagens, derselbe nicht, wie

bei andern Systemen, insbesondere bei dem sechsrädrigen, noch eine Zeit lang parallel der Bahn fortläuft, sondern da das Drehgestelle sich sofort nach der Quere stellt, von der Bahn abgeht, wo dann eine Zertrümmerung eines oder mehrerer Wagen die Folge ist. Diesen Nachtheil haben alle mit beweglichen Untergestellen gebauten Wagen mit den amerikanischen gemein.

Wenn sonach die vierrädrigen Wagen in Bezug auf Sicherheit hinsichtlich der Achsenbrüche und Leichtigkeit der Bewegung in Kurven vor allen andern Systemen den Vorzug verdienen, so läßt sich nicht läugnen, daß sie folgende Nachtheile haben:

1) daß sie nur wenig Personen aufnehmen;
2) daß sie bei einiger Abnutzung der Spurkränze in den geraden Bahnstrecken und bei großer Geschwindigkeit eine schlängelnde Bewegung annehmen;
3) daß sie wegen der geringen Belastung der Vorderachsen leichter aus der Bahn springen wie die andern sechs- oder achträdrigen Wagen;
4) daß sie sich weniger angenehm und ruhig fahren, wie die sechsrädrigen Wagen;
5) daß sie endlich bei einem vorkommenden Achsenbruche mehr Gefahr für die übrigen Wagen des Zugs haben, wie die sechsrädrigen Wagen.

Obgleich daher die Endachsen der sechsrädrigen Wagen, je nach Maßgabe der Länge des Radstandes, der Construction der Aufhängung des Wagens und des Halbmessers der Kurve, mehr oder minder starke seitliche Pressungen erleiden, die im Laufe der Zeit, durch die tausendfältige beugende und verdrehende Einwirkung auf die Achse, deren Bruch herbeiführen, so haben dieselben doch für Bahnen mit starkem Personenverkehr wesentliche Vorzüge, die hauptsächlich darin bestehen, daß sie sich ruhig und angenehm fahren, viele Personen aufnehmen, nicht leicht aus dem Geleise kommen, am wenigsten Gefahr bringen, wenn eine Achse bricht, und endlich, wenn der Radstand nicht größer als 4,5 Meter ist, auch nur unbedeutend mehr Reibung in den Kurven erzeugen als vierrädrige Wagen mit 3·6 Meter Radstand; auch die nachtheiligen Einwirkungen auf die Achsen sind in diesem Falle nur circa ein Procent größer wie bei den vierrädrigen Wagen, so daß auf 99 Achsenbrüche der letztern etwa 100 der sechsrädrigen Wagen kommen. Auch das amerikanische Wagensystem hat seine Vortheile, die es bei gewissen Verhältnissen gegen die andern Systeme in den Vordergrund stellen; sie werden sich besonders für Bahnen mit starken Kurven eignen, auf denen ein bedeutender Personenverkehr stattfindet, wo man lange Stationen hat, wo geringe Ansprüche an Bequemlichkeit des Reisens gemacht werden und dabei das Streben nach möglicher Billigkeit der Herstellung des ganzen Betriebsmaterials vorherrscht. Dagegen darf auch wieder nicht unerwähnt bleiben, daß diese amerikanischen Wagen den Dienst auf den Stationen erschweren, daß sie meist nur 2 Ausgänge haben, sich somit weit langsamer entleeren als die vier- oder sechsrädrigen Wagen, welche für jedes Coupée 2 Thüren besitzen.

Da nun, wie aus dem Mitgetheilten zu entnehmen, sowohl Gründe für als auch gegen die verschiedenen Wagensysteme sprechen, so dürfte es in den meisten Fällen für den Betriebsdienst einer Bahn das angemessenste sein, einen Theil vierrädrige, und einen Theil sechs- oder achträdrige Wagen anzuschaffen, je nachdem die

betreffende Bahn viele und kleine Krümmungen hat, und je nach der Ausdehnung des Personen- und Waarenverkehrs, wobei alsdann die kleinern Wagen, insbesondere in denjenigen Jahreszeiten, wo der Verkehr auf den Bahnen gering ist, sowie auch auf Zweigbahnen benützt werden können.

Betrachten wir die Construction der Eisenbahnwagen etwas näher, so sind folgende Theile zu berücksichtigen:

1) Räder und Achsen, überhaupt der Unterbau;
2) die Wagenkasten oder der Oberbau.

1. Unterbau.

Die Räder und Achsen sind die Hauptbestandtheile eines Wagenuntergestelles und haben einen wesentlichen Einfluß auf die Sicherheit des Dienstes, Dauer der Wagen und Bahnen. Früher hatte man die Räder aus einem Stück gegossen; später legte man schmiedeiserne Reife um die gußeisernen Felgen, bis man seit etwa 15 Jahren allgemein anfing, schmiedeiserne Räder mit gußeisernen Naben in Anwendung zu bringen, die sich bis auf den heutigen Tag gut bewährten, und nur den Nachtheil haben, daß sie vermöge ihrer Zusammensetzung aus einzelnen Speichen- und Felgenstücken bei dem Zerspringen des Radreifes ein Zusammendrücken oder Auseinanderfliegen des Rades gestatten. Um auch diesen Nachtheil zu beseitigen, ist es rathsam, die Felgenstücke durch Zusammenschweißen der Ecken mit einander zu vereinigen. Noch größere Solidität sollen die Räder bieten, bei denen die Speichen und Felgen durch zwei convex getriebene Blechscheiben ersetzt sind, an welche der Radreif angenietet ist.

Der Durchmesser der Bahnwagenräder beträgt allgemein 0,96 — 1,07 Mtr. Bei der Construction der Räder, Fig. 22 und 23, Taf. XXIX., haben die Felgen eine Breite von 0,078, und eine Stärke von 0,015; die Breite der Radreifen ist 0,125, die kleinste Dicke 0,045; die größern Räder von 1,07 Mtr. äußerm Durchmesser haben außer den Felgensegmenten noch einen 0,102 breiten, und 0,015 Mtr. dicken Reif, über welchen erst der eigentliche Radreif aufgenietet ist.

Die Höhe der Spurkränze, Fig. 26, de ist gleich ihrer Stärke bc = 30 Millimtr., der Spielraum zwischen Spurkranz und Schienenkopf beträgt 10 Millimtr.

Die auf einer Achse sitzenden Räderpaare sollen bei der Spurweite von 4′ 8½″ engl., oder 1,4355 Mtr. nicht weiter als 1,359 im Lichten von einander abstehen. Die konische Verjüngung der Radkränze nimmt man gewöhnlich $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ ihrer Breite an.

Die Spurkranzreifen sollen am besten in ihrer ganzen Masse nur aus einer Eisensorte, und zwar aus weichem, aber körnigem und vollkommen geschweißtem Eisen bestehen.

Die Achsen der Bahnwagen sind von dem vorzüglichsten Eisen anzufertigen, und erfordern die sorgfältigste Prüfung in Betreff des Materials und der Fabrikation, weil in dieser Hinsicht jeder Fehler zu einem Bruche der Achsen Veranlassung geben kann.

Der Durchmesser des mittlern Theils der Achsen beträgt 0,108 Mtr., der Durchmesser des Achsenzapfens 0,06 bis 0,076 Mtr.

Die Räder müssen genau in verticaler Ebene und vollkommen concentrisch auf den Achsen aufgekeilt sein.

Auf dem Achsenzapfen ruht in metallenen Lagern, die in gußeisernen Gehäusen, nach Art der Fig. 20, 20a oder 21, eingeschlossen, und welche letztere durch die sogenannten Achsenhalter von Eisenblech gehalten sind, ein horizontal liegendes Rahmengestell von Eichenholz, aus Lang- und Querschwellen gebildet, dazu bestimmt, den eigentlichen Wagenkasten aufzunehmen. Für die Composition eines Lagermetalls ist anzurathen:

8 Theile Kupfer;
24 „ Zinn;
4 „ Antimon.

Dieser genannte Rahmen ruht aber nicht unmittelbar auf den Lagerbüchsen, sondern zunächst auf Stahlfedern, die auf den letztern befestigt sind, um die Stöße zu mindern.

Die Construction der Federn ist von großer Bedeutung, da von der Güte derselben ein großer Theil der Annehmlichkeit und Bequemlichkeit der Fahrt abhängt. Die am frühesten angewendete Tragfeder war die gewöhnliche, parabolisch gekrümmte Lamellenfeder, Fig. 22. Dann haben die Federn mit getrennten Lamellen von Buchanan, die Bowsprings von Adams großen Beifall gehabt, bis man in neuerer Zeit wieder auf die ersten gewöhnlichen Federn zurückkehrte. Dabei ist die Form der Feder, ihr Material, die Methode der Aufhängung der Wagenkasten auf ihr, nicht dieselbe geblieben. Man hat die Krümmung der Feder gemindert, so daß sie belastet sich völlig gerade richtet, man hat statt Federstahl, Gußstahl verwendet, was sich sehr gut bewährte; man hat endlich die Aufhängung der Kasten der Art construirt, daß sie den Achsen eine gewisse seitliche Verschiebung unter denselben gestattet, wodurch die Möglichkeit geboten wird, mit sechsrädrigen Wagen scharfe Kurven zu durchfahren.

Um die Stöße der Wagen gegen einander zu mindern, erhält jeder derselben an den schmalen Seiten des Rahmengestelles elastische Stoßapparate oder sogen. Puffer. Fig. 24 zeigt die Einrichtung der Puffer an einem Wagen der Main-Neckarbahn, Fig. 25 ist ein Puffer mit Guttaperdha-Ringen.

Bei den achträdrigen amerikanischen Wagen sind keine Puffer nothwendig.

Die normale Weite der Puffer bei der Spurweite von 4′ 8½″ engl. ist von Mitte zu Mitte auf 1,74 Mtr., die normale Höhe des Mittelpunkts der Puffer über den Schienen zu 1,06 Mtr. festgesetzt. Bei leeren Wagen ist ein Spielraum von 0·025 Mtr. über jener Höhe, und für beladene Wagen von 0,1 Mtr. unter derselben gestattet. Der Abstand der vordern Pufferfläche von der Kopfschwelle des Wagens soll bei völlig eingedrückten oder festen Puffern mindestens 0,36 Mtr. und der Durchmesser der Puffer wenigstens 0,35 Mtr. betragen; auch soll an jeder Seite des Wagens die Stoßfläche des einen Puffers eben, die des andern convex sein, und zwar so, daß, vom Wagen abgesehen, die Scheibe des linken Puffers eben, die des rechten convex ist.

Ferner sollen zwischen den Puffern die Wagen mit elastischen Zugsvorrichtungen versehen sein, wie Fig. 24. Diese Zugsvorrichtungen müssen so construirt sein, daß die Länge, um welche sie gegen die Kopfschwellen des Wagengestelles hervorgezogen werden können, nicht mehr als 0,15 Mtr. beträgt. Die Angriffs-

fläche des nicht ausgezogenen Zughackens darf höchstens 0,36 Mtr. von der äußersten Stoßfläche des Puffers entfernt sein. Alle Wagen sollen an beiden Kopfenden mit Zughacken versehen werden.

Die Verbindung der Wagen mit einander zu einem Zuge geschieht durch sog. Patentkuppelketten, Fig. 15 und 15a, die mit ihren Enden an dem Zughacken des Wagenuntergestells eingehängt und somit in Verbindung mit den Pufferstoßfedern gesetzt werden. Bei dem Zusammenstellen eines Wagenzugs werden die Pufferscheiben nahezu aneinander gebracht und die Kuppelketten angezogen, so daß die Zugstange mit ihren Schultern etwas von dem Wagengestelle absteht. Durch das Gewicht an der Kuppelkette wird das Aufschrauben der Verbindungskette verhütet.

Die Eisenbahnwagen sollen ferner an jedem Kopfende mit zwei befestigten Nothketten versehen sein; dieselben haben gewöhnlich einen Abstand von 0·45 Mtr. von einander, und liegen in gleicher Höhe mit den Zughacken und Puffern; sie sind etwa 0·9 Mtr. lang, und haben an ihren Enden starke Hacken, welche beim Zusammenhängen in ein Kettenglied eingehackt werden.

Einzelne Wagen eines Wagenzuges müssen jeweils mit Bremsvorrichtungen versehen sein, damit beim Anhalten eines Zugs, oder beim Bergabfahren auf geneigten Bahnen die Geschwindigkeit nach Belieben gemindert werden kann. Die Bremsen bestehen aus Holzklötzen, welche nach Erforderniß durch ein Hebelwerk von dem Sitze des Wagenwärters aus an die Felgenkränze der Räder gedrückt werden können.

Einige Bremsvorrichtungen sind durch die Fig. 16, 17 und 18 angegeben.

Der Anhang §. 3, VI, 31 besagt das Nähere über die Zahl der Räderpaare, welche in einem Wagenzuge bei verschiedenen Steigungen der Bahn mit wirksamen Bremsen versehen sein müssen.

2. Oberbau.

Der Oberbau der Personenwagen besteht in dem auf dem Wagengestelle aufgesetzten Wagenkasten, welcher den Zweck hat, die Reisenden aufzunehmen, und deßhalb mit Thüren, Fenstern und Sitzbänken &c. versehen ist. Im Allgemeinen wird der Oberbau sehr verschieden angeordnet, und erfüllt auf den verschiedenen Bahnen seinen Zweck mehr oder weniger vollkommen.

Die 4 Seitenwände, welche den Kasten umschließen, sind gewöhnlich aus rechtwinklich sich durchkreuzenden bündig mit einander überblatteten Leisten von Eschenholz construirt, deren Zwischenfelder mit Tafeln von Eisenblech oder festem Holze ausgefüllt werden. Der zwischen diesen Wänden auf dem Rahmengestelle des Unterbaues liegende Boden besteht in der Regel aus dicht aneinander gefügten tannenen oder forlenen Dielen. Die Decke des Kastens ist mit den Seitenwänden gut verbunden, flach gewölbt, und mit einem wasserdichten Ueberzuge belegt.

Der im Allgemeinen in solcher Weise gehaltene Wagenkasten erhält gewöhnlich eine lichte Höhe von 2 Mtr., und eine Breite von 2·66 Mtr. bei der Spurweite von 1·4355 Mtr.; seine Länge richtet sich nach der Größe des Untergestelles und wird daher bei den vier-, sechs- und achträdrigen Wagen verschieden sein.

Es ist angenommen, daß die Personenwagen mit dem höchsten Punkte ihres Oberbaues nicht mehr als 3·812 Mtr. über den Schienen hoch gemacht werden.

Personen- und Güterwagen nimmt man in den Tritten und allen festen vorstehenden Theilen nicht breiter als 3 Meter an, welches also die größte zuläßige Breite ist.

Was die innere Einrichtung der Wagenkasten betrifft, so können entweder durch Querzwischenwände wieder einzelne Abtheilungen gebildet werden, oder es kann der ganze Oberbau eine Abtheilung darstellen. Die Sitzbänke werden gewöhnlich parallel mit der Schmalseite des Wagens angeordnet, und laufen entweder nach der ganzen Wagenbreite durch, wenn die Thüren zum Ein- und Aussteigen in den Längenwänden angebracht sind, oder sie werden in ihrer Mitte durchbrochen, so daß nach der ganzen Wagenlänge ein Gang besteht, wenn sich die Thüren an den Schmalseiten des Wagens befinden, wie dieß bei dem amerikanischen System der Fall ist.

Ueber diese verschiedenen Anordnungen des Oberbaues der Wagen bestehen sehr verschiedene Meinungen unter den Ingenieuren, sowie auch unter dem reisenden Publikum. Die einen loben die Einrichtung mit den kleinern für sich bestehenden Abtheilungen oder Coupées, die andern finden mehr Annehmlichkeit in den langen Kasten der amerikanischen Wagen mit den in der Mitte gelassenen Durchgängen, und den freien Plattformen an den Ausgängen. So viel steht fest, daß noch keine Einrichtung erfunden ist, welche allen Anforderungen vollkommen entspricht; während das System mit den kleinern Abtheilungen besonders bei kälterer Jahreszeit mehr Annehmlichkeit für den Reisenden gewährt als das amerikanische, hat das letztere mehr Vortheile für den Dienst der Konducteure; man hat wohl schon versucht, die beiden Systeme unter einander zu vereinigen, indem man bei sechsrädrigen Wagen mit einzelnen Abtheilungen Gallerien rings herum anbrachte, allein diese letztern nehmen viel Raum ein, und haben somit wieder den Nachtheil, daß der Wagen weniger Personen faßt.

Die verschiedenen Wagenklassen, welche in der Regel auf allen Bahnen angenommen sind, unterscheiden sich lediglich nur in der mehr oder weniger eleganten Ausstattung im Aeußern und Innern der Wagenkasten, sowie in der mehr oder minder großen Bequemlichkeit in der Anordnung und Construction der Sitzbänke. Die elegante und bequeme Ausstattung eines Wagenoberbaues erfordert selbstredend einen großen Kostenaufwand, weßhalb auch die Fahrpreise für solche Wagenklassen höher gestellt werden, als bei den minder schön und bequem ausgestatteten Wagen. Die Anordnung verschiedener Wagenklassen auf einer Bahn mit verschiedenen Fahrpreisen ist aber sowohl im Interesse der Betriebskasse, als auch des reisenden Publikums.

Da auf den meisten Bahnen bereits Nachtzüge gehen, so hat man in neuerer Zeit einzelne Abtheilungen der Wagen mit Schlafstellen versehen, auch ist man allerorten darauf bedacht, im Winter die Wagen zu erwärmen, und somit dem Reisenden in jeder Beziehung die Fahrt angenehmer zu machen.

§. 108.

b) Güter- und sonstige Transportwagen.

Dieselben unterscheiden sich von den Personenwagen insbesondere durch die Construction ihres Oberbaues. Der letztere ist bei den Transportwagen ver-

schieden angeordnet, und richtet sich nach der Art der zu transportirenden Gegenstände.

Man hat daher:

1) Reisegepäckwagen zur Aufbewahrung solcher Reiseeffecten der Passagiere, welche dieselben nicht mit in die Personenwagen zu nehmen berechtigt sind. Gewöhnlich sind diese Wagen vierrädrig und haben zu beiden Langseiten des Wagenkastens je eine größere Schiebethüre.

2) Equipagenwagen, ebenfalls meistens nur vierrädrig und zum Transport von Equipagen und Wagen bestimmt. Die Seitenwände des Wagens bilden eine Art Geländer von etwa 1·5 Meter Höhe und sind zum Wegnehmen eingerichtet. Ganz gleiche Wagen dienen für den Transport des Schlachtviehs.

3) Pferdewagen, gleichfalls gewöhnlich nur vierrädrig. Sie dienen zum Transport von Pferden, welche sich nicht auf Equipagenwagen transportiren lassen. Die Kasten sind vollständig geschlossen, im Innern für 3 oder mehrere Pferdestände abgetheilt und mit einem Dache versehen. Auf der Seite, wo die Pferde eingeführt werden, läßt sich die Wand umlegen.

4) Güterwagen:

   α) bedeckte zum Transport werthvoller Güter, um sie vor Beschädigung zu sichern. Die Construction des Oberbaues kommt mit der der Reisegepäckwagen überein. Die Wagen können vier-, sechs- oder achträdrig sein, je nach der Größe des Verkehrs und dem auf einer Eisenbahn adoptirten Wagensystem;

   β) offene, zum Transport größerer Gegenstände, als wie Fässer, Holz, Baumwolle, Baumaterialien aller Art. Der Oberbau besteht lediglich nur aus einem Aufsatze von umlegbaren massiven Seitenwänden von 0·6—1·5 Meter Höhe.

§. 109.

Gewichte der Wagen.

Auf der badischen Eisenbahn haben die Eisenbahnwagen folgende Gewichte:

a) Personenwagen	1ster u. 2ter Kl.	für 28 Personen	4750 Kilogr.	vierrädrig.
"	2ter "	" 20 "	4550 "	vierrädrig.
"	3ter "	" 35 "	4350 "	vierrädrig.
Salonwagen		" 32 "	6250 "	sechsrädrig.
Equipagenwagen			3150 "	vierrädrig.
Gedeckter Güterwagen			3500 "	vierrädrig.
" " mit Cabriolet			4500 "	vierrädrig.
Offener Güterwagen			3000 "	vierrädrig.
Gedeckter "			6650 "	sechsrädrig.
" "			5500 "	sechsrädrig.

Dreizehnter Abschnitt.

Signale.

Signale.

§. 110.

Optische und akustische Signale *).

Die Signale sind für den Eisenbahnbetrieb ein Gegenstand von der höchsten Wichtigkeit, denn ohne sie müßte nicht allein die Sicherheit der Fahrten sehr leiden, sondern es würden auch häufige Störungen im Betriebe nicht zu vermeiden sein.

Da es aber offenbar ein Haupterforderniß guter Signale ist, daß sie einem Dampfwagenzuge voraneilen können, um ihm etwaige Hindernisse aus dem Wege zu schaffen, so gibt es überhaupt nur dreierlei Signale, nämlich: akustische, optische und electrische.

Obgleich es mit Bestimmtheit angenommen werden dürfte, daß die electrischen Telegraphen die älteren optischen und akustischen Signalvorrichtungen auf Eisenbahnen mit der Zeit gänzlich verdrängen werden, so können letztere bis jetzt nicht ganz entbehrt werden, indem es noch nicht gelungen ist, bei den electrischen Telegraphen ein vollkommenes Mittel zu finden, wodurch es möglich wird bei außergewöhnlichen Vorfällen von jeder Stelle der Bahn zu signalisiren, und für die Dauer der Fahrt die Signale des electrischen Telegraphen weder von dem Bahnwärter, noch von dem Locomotiv- und Zugführer wahrnehmbar sind.

Namentlich auf Bahnen mit starkem Personen- und Waarenverkehr, wo noch Eil- und Extrazüge gehen, ist ein förmliches optisches Signalsystem neben dem electrischen Telegraphen durchaus unentbehrlich.

A. Signale auf englischen Bahnen.

Man bedient sich im Allgemeinen auf den englischen Eisenbahnen bei optischen Signalen dreierlei Farben: 1) weiß, 2) grün und 3) roth, um anzuzeigen, daß die Bahn frei sei, daß man vorsichtig fahren und daß so bald als möglich anzuhalten sei.

Es besteht also, wie man sieht, eine vollkommene Trennung in den Farben, mit welchen man signalisiren will, weil in der That ein Mißverständniß leichter möglich ist, wenn dieselben Farben, nur nach der Art wie sie gehandhabt werden, bald Halt, bald Langsam anzeigen.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1849. 6 Heft.

Der optischen Signale sind zweierlei: feste und bewegliche. Die ersteren sind, eines für jedes Geleise, auf den Stationen 100 bis 200 Meter von den Haltpunkten der Züge aufgestellt; auch an Abzweigungen und an dem Scheitel von Kurven, wenn sich diese in der Nähe der Stationen befinden, oder wenn Lokalverhältnisse bei denselben den Maschinenführer verhindern, eine angemessene Strecke vorwärts zu sehen, werden feste Signale errichtet. Dieselben haben den Zweck, den Maschinenführer auf die größtmöglichste Entfernung und mindestens auf 4—500 Meter aufmerksam zu machen, daß er langsam fahren soll, oder den Zug anzuhalten habe, ohne den Signalpfahl zu überschreiten. Signale durch bloße Farben sind namentlich bei Tage zu diesem Zwecke nicht mit Sicherheit anwendbar, da die Farben auf eine große Entfernung schwer kennbar sind, und es müssen daher die Zeichen eher durch Gestalt und Stellung eines Gegenstandes hervorgebracht werden. Man hat deßhalb auf mehreren Bahnen Englands die Armtelegraphen angenommen, Taf. XXXI., Fig. 9—12. Die Zeichen werden durch 2 Arme gegeben, von denen der eine für den einen, der andere für den andern Schienenweg bestimmt ist. Der Maschinenführer muß den linken Arm beobachten, ebenso wie derjenige, welcher ihm das entsprechende Signal gibt. Ist der Arm ganz in dem Schlitze des Pfostens versteckt, so daß er nicht gesehen wird, Fig. 9, so ist die Bahn nach beiden Richtungen frei; macht er aber zugleich mit der Verticalen einen Winkel von 45°, Fig. 10, so muß der Maschinenführer auf der linken Spur langsamer fahren, die rechte Spur ist frei; macht er aber zugleich mit der Verticalen einen Winkel von 90°, Fig. 11, so muß auf der rechten Spur angehalten werden, ohne den Pfahl zu überschreiten, und auf der linken Spur langsam gefahren werden. In der Nacht werden diese 3 Signale durch rothes, grünes und weißes Licht gegeben. Fig. 9—11 sind Ansichten parallel und Fig. 12 vertical zur Bahn. In Fig. 13—15 sind die verschiedenen Stellungen parallel mit der Bahn gesehen dargestellt, wie man sie auf den Haupt- und verschiedenen Zwischenstationen der London-Birmingham-Bahn angenommen hat. Fig. 13 bedeutet die Bahn ist frei. Fig. 14 langsam. Fig. 15 Halt. E ist ein Schirm, welcher in den Stellungen, Fig. 14 und 15, dazu dient, den in entgegengesetzter Richtung ankommenden Zügen das rothe oder grüne Licht zu verdecken. Jede Scheibe wird vermittelst eines bei f mit einem Charnier versehenen Griffs m n gehandhabt. Gewöhnlich steht die rothe Scheibe 30 und die grüne 18 bis 20 Fuß hoch. Fig. 16 stellt das feste Signal dar, welches auf der Eisenbahn von York nach Newcastle in Anwendung ist. Die Art, wie die Scheibe dieses Signales gegen die Bahn, oder parallel zu der Bahn gedreht wird, ist sehr einfach. Unter rechtem Winkel zu einander sind in dem Mastbaum, welcher die rothe Scheibe oder Laterne trägt, zwei Löcher x y gebohrt. Will man die Scheibe winkelrecht gegen die Bahn drehen, so zieht man den Stiel p aus dem Loche y, steckt ihn in das Loch x, und dreht die Stange um so viel, daß das Loch x dem correspondirenden x′ gegenüber steht, und schiebt dann den Hebel hinein, bis er den Pfahl erfaßt hat und denselben in dieser Stellung erhält. Die Fig. 17—20 stellen das auf der Great-Western-Bahn angenommene Signal dar. Die runde Scheibe, Fig. 17, parallel zur Bahn gestellt, deutet an, daß die Bahn frei ist. Soll ein Zug anhalten, so

wird die Stange derart gedreht, daß sie die in Fig. 18 bezeichnete Stellung erhält, wo die Scheibe verschwindet, und dafür zeigt sich senkrecht zur Bahn ein rothes Brett. Die Stange in Fig. 17 und 18 hat eine Höhe von 50—60 Fuß. Das Signal des Langsamfahrens, Fig. 19, wird durch eine große Drehfahne von grün angestrichenem Holze gegeben, welche auf einer Stange von ungefähr der halben Höhe der vorigen angebracht ist. Dieses Signal ist auf derselben Seite, wie die große Stange, und trägt in der Nacht eine Laterne mit drei Farben (weiß, grün und roth), welche die bekannte Bedeutung haben. Am Tage wird das Signal zum Anhalten nicht blos durch das rothe Querbrett der großen Stange gegeben, sondern auch durch die rothe Kehrseite der Drehfahne, Fig. 20. Die Farbe und Stellung derselben, oder mit andern Worten die Art, mit der die Spitze P gegen die Bahn gedreht wird, bezeichnet dem Maschinenführer „anzuhalten" oder „langsam zu fahren"; in diesem letzten Falle wird die Spitze gegen die rechte Seite des Zugs gekehrt.

Bei der Nacht läßt man die festen Signale durch verschiedenartig gefärbte Lichter arbeiten; indem man sich dabei verschiedener bekannter Mittel zur Concentrirung der Lichtstrahlen bedient, kann man sie auf eine große Entfernung bemerklich machen. Es ist dabei wesentlich und besonders am Tage, daß die Signale hoch genug gestellt sind, so daß sie sich deutlich von den benachbarten Gegenständen unterscheiden, und die Aufmerksamkeit des Locomotivführers in möglichst großer Entfernung auf sich ziehen.

Der Gebrauch der festen Signale bei fast allen obigen Systemen in England ist folgender: So oft ein Zug auf einer Station anhält, wird das Haltsignal auf demselben Geleise nach Rückwärts, während der ganzen Zeit des Anhaltens und noch 5 Minuten nach dem Abgange des Zugs gegeben.

Nach Ablauf derselben gibt man das Signal des Langsamfahrens während der nächsten 5 Minuten; so daß jeder Zug, der also in den nächsten 10 Minuten gefolgt ist, erfährt, daß ihm ein Zug vorausgegangen ist, und zwar um weniger, oder um mehr als 5 Minuten.

Wenn ein Zug eine Station ohne anzuhalten passirt, und er nicht ein Eilzug ist, so gibt man ihm auf die ersten 5 Minuten das Haltsignal, und auf die folgenden 5 das Signal des Langsamfahrens. Ist es ein Eilzug, welcher passirt, oder eine Maschine ohne Zug, so unterläßt man das Haltsignal zu geben, und begnügt sich das Zeichen des Langsamfahrens während 5 Minuten zu ertheilen.

Die vor einem Tunnel errichteten Signale werden vor der Einfahrt eines Zugs in denselben augenblicklich gewendet, was das Anhalten bedeutet, und man läßt sie doppelt so lang, als der Zug zur Durchfahrt des Tunnels nöthig hat, unverändert. Wenn aber der Wächter das Hinausfahren des Zugs aus dem Tunnel nicht sehen kann, so gibt er das Zeichen zum Langsamfahren so lange bis seit dem Einfahren des Zuges in den Tunnel 10 Minuten verflossen sind.

Wenn wegen der Richtung des Zugs nur auf eine kurze Entfernung die Signale gesehen werden können, so ordnet man deren 2 oder 3 hintereinander an; diese macht man dann wegen der geringen Entfernung niedriger, damit sie von dem Locomotivführer leichter gesehen werden können.

Statt einer solchen Reihe von solchen Pfostensignalen hat man in neuester Zeit angefangen, eine Einrichtung zu treffen, welche dem Stationsvorstand gestattet, ohne Zwischenmittel, und ohne sich zu entfernen, auf 13—1500 Fuß anzudeuten, ob die Station frei ist oder nicht, ob ein Zug, welcher auf dem linken oder einer, der auf dem rechten Geleise ankommt, anhalten muß, bevor er in die Station einfährt. Diese Einrichtung nennt man in England Auxiliary signals.

Die Figuren 21 und 22 stellen ein solches Signal dar, welches in einem Einschnitt bei dem Ausgang aus dem Tunnel von Leighton, auf der London-Birminghamer Eisenbahn errichtet wurde. Fig. 21 ist eine Ansicht parallel zur Achse der Bahn und Fig. 22 und 22a eine Ansicht senkrecht zur Bahnachse.

Der Zweck dieser Vorrichtung ist, den auf dem großen, in einer Krümmung stehenden Signalbaum angebrachten Sector in einer Entfernung von ungefähr 2000′ zu handhaben. Die ausgezogenen Linien entsprechen dem Falle, wo die Bahn frei, und der Sector folglich in seinem Falze versteckt ist, welcher äußerlich einen weißen Anstrich hat. Die punktirten Linien zeigen den Fall an, daß man den Zügen anzeigen will, die rothe Scheibe des festen bei der Station befindlichen Signals sei gegen sie gewendet. Die Kuppelung abc dient dazu, um die Wirkungen der Temperatur auszugleichen. Der Kupferdraht, welcher die Bewegung des Hebels l fortpflanzt, hat einen Durchmesser von 4 Millimeter. Fällt das Gegengewicht P, so steigt die Stange ny und schiebt den Sector in seine Scheide GGG′G′, Fig. 22. Im andern Falle fällt der Sector längs der Führungen gg auf ein Holzstück gb, um den Schlag zu schwächen. Außerdem wird der Sector in seinem Falle noch durch eine kleine Armirung von Blei geschützt, die mit pp bezeichnet ist. Der Sector und seine Scheide bestehen aus Eisenblech von ungefähr 3 Millimeter Stärke. In der Ansicht, Fig. 22, ist ein Theil der Führung gg weggelassen, damit man deutlich ersieht, wie sich die Lampe bei jeder Bewegung des Sectors mit einer halben Umdrehung wendet. Diese Lampe zeigt nur das grüne Licht; ist der Sector in seinem Falze, so ist das Licht unsichtbar; ist er gefallen, so steht das grüne Licht gegen die ankommenden Züge gewendet, und zeigt ihnen in der Nacht an, daß sie die Geschwindigkeit mäßigen sollen, weil das rothe feste Signal der Station, das sie noch nicht zu erkennen vermögen und gegen sie gewendet ist, ihnen anzuhalten befiehlt.

Die Zahl der kleinen Pfähle B, C, D, E u. s. w. beträgt etwa 75; B ist der erste Pfosten, C ein Zwischenpfosten. Jeder fünfte Pfosten ist auf diese Weise wie D eingerichtet, um die Richtung der Kurve einzuhalten. Der letzte Pfosten E hat 2 Rollen übereinander.

Die Fig. 23 und 24 stellen ein ähnliches Signal dar, welches auf der Station Miles-Plating bei Manchester steht, da, wo sich die Bahn von Manchester nach Leeds mit der von Ashton vereinigt. Fig. 23 ist eine Ansicht parallel zur Achse der Bahn. Fig. 23a ein Schnitt nach ab; Fig. 24 eine Ansicht des Signals, um jeden Zug von der Linken aufzuhalten. Die Rolle in den Pfosten hat 0,045 Mtr. Durchmesser. — Die ausgezogenen Linien des Hebels und des Gegengewichts deuten den Fall an, daß die Bahn frei und die Scheibe parallel gegen die Bahn gerichtet ist; die punktirten Linien bezeichnen die senkrechte Richtung der Scheibe auf die Bahn und die Weisung, jeden Zug anzuhalten, der von Manchester ankommt.

Außer den festen Signalen müssen auch bewegliche zur Verfügung stehen, welche den Bahnwärtern und den mit der Reparatur der Bahn betrauten Arbeitern das Mittel an die Hand geben, die Führer über den Zustand der Bahn zu verständigen; diese bestehen in Fahnen und Laternen von den bekannten drei Farben, die dieselbe Bedeutung, wie bei den festen Signalen haben.

Da die Bahn von London nach Birmingham wegen der zur Sicherheit der Reisenden getroffenen Maßregeln in besonders gutem Rufe steht, so soll hier eine Uebersicht derjenigen beweglichen Signale folgen, welche daselbst im Gebrauch stehen. Der kürzeste Zwischenraum zweier hintereinander von einer Station abgehenden Personenzüge ist 10 Minuten; auf der Fahrt aber begnügt man sich mit einem Abstand von 5 Minuten, jedoch unter der Bedingung, daß den etwa nachfolgenden Zügen ein Signal gegeben werde, woraus diese entnehmen, daß ihnen ein anderer Zug in einem kürzeren Zeitraum als 10 Minuten vorausgegangen ist. Zwischen einem Personen- und Güterzug läßt man wenigstens einen Zeitraum von 20 Minuten, was auf einer Bahnlinie keine Nachtheile hat, wo so viele Ausweichestellen sind, und täglich neue angebracht werden, wie auf der Bahn von London nach Birmingham.

Jeder Stationsvorstand hat die Weisung, die Güterzüge in den Ausweichstationen jedesmal zurückzuhalten, wenn er nach genommener Rücksprache mit dem Conducteur und dem Locomotivführer nicht überzeugt ist, daß der Zug auf der nächsten Ausweichestation wenigstens eine Viertelstunde früher als der nachkommende Personenzug eingetroffen ist.

Außerdem hat jeder Conducteur und Locomotivführer eine gedruckte Tabelle, aus welcher sie ersehen, zu welcher Stunde ihr Zug jede Station zu passiren hat. Ebenso müssen sie genaue Kenntniß von den Stunden haben, in denen die Personenzüge jede Station passiren, so daß sie im Falle einer Verspätung ihres Zuges genau wissen, wo sie halten müssen, um dem nachfolgenden Personenzug auszuweichen und diesen vorbeifahren zu lassen.

Die Signale werden von den Bahnwächtern gegeben; am Tage bedienen sie sich hierzu zweier Fahnen, deren eine roth, die andere grün ist, und die während der Zwischenzeit der Züge aufgerollt sind. Ist die Bahn frei, und es steht dem Durchgang einer Maschine oder einem Zuge nichts entgegen, so stellt sich der Wächter rechts vom Locomotivführer außerhalb des Bahngeleises und lehnt die grüne Fahne gegen die linke Schulter. Folgt ein Zug weniger als 5 Minuten nach einem andern, so macht der Wächter Front zur Bahn, und zeigt die grüne Fahne, indem er den Arm um 45° über die Horizontale erhebt. Verlangt der Zustand der Bahn ein langsames Fahren, so wird ebenfalls die grüne Fahne ausgehalten, aber gesenkt, etwa 45° unter der Horizontallinie. Soll aus irgend einem Grunde ein Zug anhalten, so stellt sich der Wächter senkrecht zum Geleise, so daß er dem ankommenden Zuge entgegen sieht, und schwenkt in dieser Stellung seine grüne Fahne heftig hin und her. Der Locomotivführer weiß hieraus, daß er anzuhalten hat, bevor er die an der betreffenden Stelle ausgesteckte rothe Fahne erreicht hat.

Bei der Nacht zeigt das weiße Licht an, daß die Züge passiren können. Durch das grüne Licht wird ihnen Vorsicht empfohlen, entweder, weil ein Train

vor weniger als 5 Minuten passirt ist, oder weil es der Zustand der Bahn so verlangt. Das rothe Licht zeigt der Wächter jedesmal, wenn er einen Zug oder eine leere Maschine angehalten haben will, und schwingt es alsdann vor- und rückwärts. Uebrigens muß es dem Locomotivführer sowohl als dem Conducteur bekannt sein, daß jeder heftig hin und her geschwungene Gegenstand, sei es Tag oder Nacht, den Zügen Stillstand gebietet.

Wenn aus irgend einer Ursache ein Zug auf der Bahn halten muß, so geht stets einer der Conducteure des Zugs auf 12—1500 Fuß rückwärts, um vermittelst der rothen Fahne oder Laterne einem etwa nachfolgenden Zuge, welcher auf den verspäteten Zug stoßen könnte, das Signal zum Anhalten zu geben.

Bei Nebel können diese Signale aber öfters von dem Locomotivführer nicht wahrgenommen werden, und sind also unwirksam, weßhalb man akustische Signale fast auf den meisten Bahnen Englands eingeführt hat. Es sind dieß die sogenannten Knallsignale, die zuerst von der London-Birmingham-Bahn vor 10 Jahren angewendet wurden; sie bestehen aus einer kleinen 5—6 Centim. im Durchmesser haltenden und 1 Centim. hohen Büchse von Eisenblech, die mit einer knallenden Substanz gefüllt ist; diese Büchse befestigt man mit 2 kleinen angelötheten Bleistreifen auf die Schiene, so wie es aus Fig. 25 auf Tafel XXXI. zu ersehen ist. Fährt das Rad der Maschine über diese Sprengbüchse, so wird dieselbe mit einem starken Knall zerdrückt, der von dem Locomotivführer unfehlbar gehört wird und worauf dieser den Zug auf der Stelle anhalten muß. Der Oberconducteur dieses Zugs muß dann natürlich sogleich die nämlichen Sicherheitsmaßregeln ergreifen, indem er hinter sich auf eine Entfernung bis zu 1500 Fuß an verschiedenen Stellen Knallsignale auslegt, um seinen Zug zu schützen, sodann läßt man den Zug langsam bis zu dem Orte vorwärts gehen, wo der erste durch einen Unfall oder durch sonstige Umstände aufgehaltene Zug sich befindet. Bei Schneefall wendet man stärkere, oben runde Sprengbüchsen an, welche man mit der ebenen Seite auf die Schienen legt, und wie die vorigen daran befestigt. Diese Form hat den Vortheil, daß die Knallbüchsen ungeachtet der bei Schneefall an die Bahnräumer angebrachten Besen auf den Schienen liegen bleiben. Diese Knallsignale werden aber nicht allein bei neblichtem Wetter oder Schneefällen verwendet, sondern sie können selbst bei heiterem Wetter in einer Menge von Fällen von dem größten Nutzen sein, daher auch die Maschinenführer, Conducteure und Bahnwärter stets mit solchen versehen sind.

B. Signale auf den deutschen Eisenbahnen.

Die auf den meisten deutschen Bahnen angewandten Signale werden mit Hülfe telegraphischer Apparate gegeben, welche sowohl bei Tag als Nacht arbeiten; doch kann ihr Gebrauch nur für einspurige Eisenbahnen von Nutzen sein.

Die ältern dieser Bahnen haben meist Signaleinrichtungen, ähnlich denen von englischen und belgischen Eisenbahnen. Indessen erscheint überall ein bemerkbares Hinneigen zur Annahme telegraphischer Systeme, welche auch in Nord- und Mitteldeutschland ausschließlich ausgeübt werden. Auf den bairischen und badischen Eisenbahnen werden die Signale nur mit Fahnen oder zur Nachtzeit mit Laternen gegeben.

Auf der Wien-Gloggnitzer-Bahn werden die Signale zum Langsamfahren oder zum Anhalten eines Zuges mit einer Scheibe aus geflochtenen Weiden gegeben, welche weiß und roth angestrichen und an einem Stiel befestigt ist. In der Nacht bezeichnet eine weiße Laterne, daß langsamer gefahren oder angehalten werden soll. Das Verlangen nach Hülfe wird dadurch ausgedrückt, daß man nahe bei den Stationen, bei den im Niveau der Bahn liegenden Uebergängen und bei den Wächterhäusern Stangen von 24—30′ Höhe aufgestellt hat, an welche geflochtene weidene Ballons aufgezogen werden, welche weiß und roth angestrichen sind, wenn sie gegen die Berge, weiß und schwarz aber, wenn sie gegen den Himmel abstechen sollen. Im Augenblick des Durchgangs der Züge stehen die Bahnwächter am Fuße dieser Stangen, und ziehen die Ballons von Station zu Station auf, wenn der Zug eine Hülfsmaschine verlangt. In der Nacht verlangt man die nothwendige Hülfe durch eine Pechfackel, welche jeder Wächter laufend bis dahin trägt, wo ihn sein Nachbar verstanden und dieser das Signal wiederholt hat. Dieses System von Stangen und Ballons ist ein erster unförmlicher Versuch des telegraphischen Systems. Auf der Kaiser „Ferdinands" Nordbahn dienen dieselben Ballons zur Signalisirung des Zuges in dem Augenblick seines Abgangs durch die ganze von ihm zu durchlaufende Station, durch Anhängen von Fahnen und Laternen an dieselben macht man daraus Signale zur Aufforderung von Hülfe. Der Gang der Züge wird mit Fahnen und Laternen in der Hand regulirt.

Auf der österreichischen nördlichen Staatsbahn werden die Signale bei Tage von den Bahnwärtern mit den Signalscheiben, dem ballonförmigen Korbe mit oder ohne Fahne; bei Nacht aber mit der Handlaterne und der großen Signallaterne gegeben, welche beide mit weißem, grünem und rothem Glase versehen sind. Die Locomotivführer bedienen sich zum Signalisiren der Dampfpfeife, und in der Nacht außerdem der rothen Signallaterne. Das Zugbegleitungspersonal gebraucht die Signalscheibe, das rothe Fähnchen und das Horn bei Tage, in der Nacht aber die Wagensignallaterne mit grünem und rothem Glase und das Horn. Auf den Stationen wird am Tage die Glocke und die Handlaterne mit rothem Glase in Anwendung gebracht.

Das Signal zum Langsamfahren wird von den Bahnwärtern bei Tage durch das Aufstellen der Signalscheibe und bei Nacht durch das Entgegenhalten des grünen Lichts der Handlaterne gegeben. Bahnstellen, welche stets langsam zu befahren sind, werden bei Tag durch aufgestellte Signalscheiben bezeichnet, und zur Nachtzeit muß an solchen Stellen dem anlangenden Zuge das grüne Licht der Handlaterne entgegengehalten werden.

Soll ein Zug zum Anhalten gebracht werden, so deutet dieses der Bahnwärter bei Tage durch das Schwingen der Signalscheibe und des Nachts durch das Entgegenhalten des rothen Lichts der Handlaterne an.

Von dem Zugbegleitungspersonale wird das Zeichen zum Anhalten auf den Stationen bei Tag durch das Sichtbarmachen der Signalscheibe an der Wagenlaterne und bei Nacht durch das Sichtbarmachen des grünen Lichts der Wagenlaterne gegeben. Ereignet sich während der Fahrt am Zuge etwas, wodurch dessen

Weiterfahrt gefährlich gemacht werden könnte, so muß das Tagessignal zum Anhalten durch Schwingen des Signalfähnchens und vom Oberconducteur oder Packmeister durch das Horn, bei Nacht aber durch das rothe Licht der Wagenlaterne und durch das Horn gegeben werden. Nähert sich ein Zug einer Station, für welchen ein regelmäßiges Anhalten auf derselben nicht vorgeschrieben ist, wären aber Personen oder Sachen zur Beförderung vorhanden, so wird bei Tage die Signalscheibe geschwungen und bei Nacht wird das rothe Licht der Handlaterne entgegengehalten. Bei dem Passiren eines Zuges muß der Bahnwärter seine Anwesenheit dadurch zu erkennen geben, daß er am Tage auf dem Posten neben der Bahn steht, bei Nacht aber das weiße Licht der Handlaterne quer über die Bahn dem Zugbegleitungspersonale ersichtlich leuchten läßt. Wäre die Regelmäßigkeit des Verkehrs auf der Bahn gestört worden, und es müßte ein Zug von einer Station abgehen, bevor ein aus entgegengesetzter Richtung erwarteter auf der Station eingetroffen ist, so muß dem abgehenden Zuge ein Signal und zwar bei Tage durch das Aufziehen der Körbe ohne Fahne und bei Nacht durch das rothe Licht der großen Signallaterne vorausgeschickt werden. Das weiße Licht der großen Signallaterne zeigt dem ersten Wächter, welcher das Signal gibt, an, daß sein Nachbarwächter das Signal verstanden und fortgepflanzt hat.

Verkehrt ein Zug zur Nachtzeit, so muß die Locomotive mit 2 Laternen mit rothen Gläsern versehen sein, fährt sie aber ohne Zug, so muß der Tender eine Laterne mit rothem Glase haben. Tritt die Nothwendigkeit des Zurückschiebens eines Zuges ein, so ist von der Locomotive eine Laterne abzunehmen, und auf den letzten Wagen oder auf den Tender zu der schon daselbst vorhandenen aufzustecken. Bei Fahrten in der Nacht muß der letzte Wagen des Zuges mit einer rothen Signallaterne versehen sein. Ein Separatzug muß durch den diesem vorausfahrenden regelmäßigen Zug bei Tage durch Aufstellung einer Signalscheibe und bei Nacht durch Aufsteckung einer grünen Signallaterne nebst der rothen am letzten Wagen angezeigt werden, und hat der Separatzug die Bestimmung, an demselben Tage wieder zurückzukehren, so müssen am letzten Wagen bei Tage 2 Signalscheiben und bei Nacht eine Laterne mit weißem Glase nebst der Laterne mit rothem Glase aufgesteckt werden. Das Verlangen von einer Hülfslocomotive wird von dem Bahnwärter dadurch ausgedrückt, daß bei Tag der Korb mit der Fahne unter oder über demselben, je nachdem die Hülfslocomotive von Wien oder aus der entgegengesetzten Richtung kommen soll, aufgezogen wird. Nachts wird die große Signallaterne aufgesteckt, welche ihr grünes Licht dahin wirft, woher die Hülfslocomotive kommen soll. Der nächste und sofort alle Wärter in jener Richtung, woher die verlangte Hülfe kommen soll, pflanzen dieses Signal bis zum Standorte der Hülfslocomotive fort. Das weiße Licht der Signallaterne muß bei dieser Signallisirung dahin leuchten, woher das Signal kam, um anzuzeigen, daß die Fortpflanzung desselben geschehen sei. Wenn ein stehengebliebener Zug, für welchen in der Richtung, aus welcher er kam, um eine Reservelocomotive signalisirt worden ist, sich wieder in Bewegung setzen kann, jedoch eine fernere Hülfe zur Beschleunigung der Fahrt nothwendig hat, so muß bei Tage auf dem letzten Wagen des Zuges eine Signalscheibe, zur Nachtzeit aber nebst der Laterne

mit rothem Glase noch eine andere mit grünem Glase aufgestellt werden, um dadurch die Wächter vom Nahekommen der Hülfslocomotive zu benachrichtigen.

Auf der oberschlesischen Bahn findet man den ersten vollständigen Telegraphen, wie er mit einigen Modificationen beinahe auf allen andern Eisenbahnen in Norddeutschland angewendet ist.

Ein Mastbaum von 10 — 12 Meter Höhe, der mit Sprossen wie die Leiter an einem Toppmast versehen ist, trägt an seinem obern Theile 2 um eine mit der Bahnrichtung parallelliegenden Achse bewegliche Arme von ungefähr 1 Meter Länge. Sie bestehen aus einem Rahmen mit Jalousiebrettchen, wodurch ihr Gewicht beträchtlich vermindert, und die Wirkung des Windes geschwächt wird; sie sind roth angestrichen, also mit einer Farbe, welche vorzugsweise von Bauwerken absticht, und werden jeder mit Hülfe eines eisernen Drahtes gehandhabt, der mit einem Ring und einem Griff endigt; können sehr leicht nach drei verschiedenen Richtungen angezogen und festgehalten werden, und zwar horizontal, und 45° darüber oder darunter geneigt, so daß man mit den beiden Armen am Tage 9 ganz verschiedene Zeichen hervorbringen kann. An einer der parallel mit der Bahn stehenden Mastseiten sind 2 hölzerne Brettchen, die durch einen Flaschenzug mit Hülfe eines Seils aufgehängt sind, dessen Ende zur Disposition des Wächters steht, zwischen zwei, einen Falz bildende Leisten verschiebbar; das untere Brettchen befindet sich etwa 0·9 Meter unter dem obern, und jedes derselben hat Hacken, an welche Laternen von veränderlicher Größe und Farbe, je nach der Beschaffenheit der auszuführenden Signale, angehängt werden können. Für jeden Apparat hat der mit Handhabung betraute Wächter 4 Laternen, und zwar eine große mit 2 Dochten und 3 mit einem Docht, deren eine auf den 3 Seiten weiß, eine andere roth und die dritte grün ist; die große Laterne hat keine gefärbten Gläser. Auf der entgegengesetzten Seite des Mastes sind 2 Kniestützen angebracht, die eine an dem obern, die andere an dem untern Theile; jede hat einen Flaschenzug mit einem Seile ohne Ende, an das ein roth angestrichener Korb von Weidengeflecht gehängt wird, der in drei verschiedene Stellungen zu bringen ist, nämlich hoch, in der halben Höhe und niedrig, und folglich dadurch drei verschiedene Signale liefert.

Um eine genaue Idee von dem Gebrauche des Telegraphen zu geben, theilen wir den folgenden Auszug aus dem Signalbuche mit:

Der Wächter begeht seine Abtheilung vor dem Durchgange jedes Zuges und muß auf seinem Posten am Fuße des Telegraphen wenigstens eine halbe Stunde vor der Abfahrt des ersten Zugs zurückgekehrt sein, um alle erforderlichen Signale geben zu können. Nachdem er sich überzeugt hat, daß Alles in Ordnung ist, gibt er das Zeichen Nro. 1: „den Korb auf den obern Theil des Mastes gezogen.“ Hat er Stellen auf der Bahn gefunden, welche reparaturbedürftig und daher mit Vorsicht zu befahren sind, so gibt er das Signal Nro. 2: „den Korb bis zur Mitte des Mastes gezogen.“ Hat er endlich auf der Bahn irgend ein Hinderniß gefunden, welches den Durchgang des Zuges unmöglich oder sehr gefährlich gemacht, so gibt er das Signal Nro. 3: „den Korb an den untern Theil des Mastes.“ Diese 3 Signale sind lokaler Art und

werden nicht fortgepflanzt; der Korb bleibt in derselben Lage, so lange als sich der Zustand der Bahn nicht ändert. Geht ein Zug von der Station Oppeln oder von einer Zwischenstation gegen Breslau ab, so gibt der am Eingang der Station aufgestellte Wächter das Zeichen Nro. 4: „ein Arm des Telegraphen diagonal, das Ende nach oben gerichtet." Geht ein Zug in entgegengesetzter Richtung von Breslau nach Oppeln, so ist das Signal Nro. 5: „zwei Arme des Telegraphen diagonal, das Ende nach oben gerichtet." Die Signale werden unmittelbar von einer Stelle zur andern bis zur nächsten Station fortgepflanzt. Das Signal Nro. 5 geht dem Signal Nro. 4 vor, und der von Oppeln nach Breslau abgehende Zug würde zurückkehren müssen, wenn er sich in derselben Abtheilung befände, als ein von Breslau abgehender Zug. Nach dem Durchgange des Zuges läßt der Wächter die Telegraphenarme niederfallen, so daß sie alsdann vertical an den beiden Seiten des Mastes herunterhängen. Bedarf eine Locomotive der Unterstützung einer andern, so macht der Wächter auf Anordnung des Maschinenführers das Zeichen Nro. 6: „die beiden Arme des Telegraphen horizontal." Im Falle ein Zug nicht zur bezeichneten Stunde abgeht, gar nicht abgeht, oder sich verzögert, so gibt der Stationschef für die ganze Linie das Zeichen Nro. 7: „die beiden Arme des Telegraphen diagonal mit dem Ende nach unten gerichtet."

Die Tagessignale sind auf der zwischen zwei Telegraphen befindlichen Entfernung, d. h. höchstens 500 Klafter, deutlich erkennbar; ein gewöhnlicher Nebel aber, ein dichter Schnee unterbrechen sehr leicht alle Verbindung.

Die Nachtsignale werden auf folgende Art gegeben:

Um anzuzeigen, daß die Bahn in gutem Zustande ist, wird die große Laterne mit den weißen Gläsern an den obern Hacken gehängt. Geht der Zug von der Station ab, so wird dieß durch das Anhängen der kleinen Laterne mit weißen Gläsern unter der großen Laterne angezeigt. Soll ein Zug anhalten, so wird die weiße an dem untern Hacken hängende Laterne weggenommen und durch die rothe ersetzt; der Bahnwächter ruft dem Maschinenführer zu und sagt ihm, ob er gänzlich halten oder weiter fahren soll. Eine Hülfslocomotive verlangt man durch den Wechsel der weißen Laterne mit einer nur auf einer Seite grünen Laterne, welche Seite gegen die Station gewendet ist, von woher der Beistand kommen soll; um zu erkennen zu geben, daß der Wächter das Signal verstanden habe, dreht er einen Augenblick die grüne Seite der Laterne um.

Die Tagessignale sind auf allen Bahnen beinahe dieselben, nur auf der braunschweigischen Bahn bemerkt man eine beträchtliche Verschiedenheit. Der Weidenkorb wird durch eine auf der Spitze des Mastes aufgestellte blecherne Scheibe ersetzt, welche von unten aus horizontal oder vertical gestellt werden kann. Vertical gerichtet, zeigt sie an, daß der Zug halten soll; in derselben Stellung kündigt der Wächter, die rothe Fahne in der Hand haltend, an, daß blos langsam gefahren werden soll; steht die Scheibe aber horizontal und der Wächter hält die rothe Fahne in der Hand, so ist die Bahn in gutem Zustande.

Auf der Bahn von Berlin nach Frankfurt a/O. ist der Weidenkorb glatt und hat im Mittelpunkte eine Laterne, welcher man drei verschiedene Stel-

lungen geben kann: hoch, halbe Höhe, niedrig. Diese Laterne kann von einer Seite maskirt, das weiße Glas kann beliebig durch ein rothes ersetzt werden, und endlich hält der Wächter in der Hand eine zweite Laterne. Auf der Eisenbahn von Berlin nach Stettin zieht man in der Nacht einen eisernen Rahmen durch eiserne Drahtzüge auf, an dessen 4 Ecken Laternen angehängt werden können; die Signale verändern sich nach der Zahl, der Stellung und der Farbe der Laterne. Auf der braunschweiger Bahn bedient man sich gleichfalls vierer Laternen, welche aber von nicht sehr hohen Ständern getragen werden, auf welche sie der Wächter mit der Hand hinsetzen kann. Auf der Bahn von Magdeburg nach Leipzig endlich, wo das Terrain sehr eben ist, kann man sich der Wächterhäuser zur Aufstellung der Nachtsignale bedienen; in jeder der auf die Bahnachse perpendikulären Seiten sind zwei viereckige Löcher durchgebrochen, in welche man Laternen stellt, deren Farben gewechselt werden können.

Die Schwierigkeit, auf eine zweckmäßige Art Nachtsignale zu combiniren, gab zu dem sehr sinnreichen Treutler'schen Tag- und Nachttelegraphen Veranlassung. Derselbe ist in Fig. 26 bis 30 auf Tafel XXXI. dargestellt, und hat auf der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn und der Niederschlesisch-Märkischen Bahn, auf deren ganzen Linien er in Anwendung gekommen, allen billigen Erwartungen entsprochen, und es hat die Erfahrung sogar bewiesen, daß die Nachtsignale in der Regel deutlicher und in größerer Form zu erkennen waren, als es bei Tage geschehen konnte.

Fig. 26 zeigt einen solchen Telegraphen in der Seitenansicht, seine Arme befinden sich in Ruhe, während in der Vorderansicht, Fig. 27, die beiden Arme beliebig gezogen sind, und die außerdem punktirten Linien die übrigen noch möglichen Stellungen andeuten.

In Fig. 26 ist A der Hauptmast, der oben einen Fächermast B trägt, in welchen um die gemeinschaftliche Achse a sich die beiden Arme C bewegen können, die vermittelst am obern Ende eingehängter Drahtketten mit den am Fuß des Mastes befindlichen Hebeln D in Verbindung stehen, und dadurch in die verschiedenen Stellungen gebracht werden, daß man die Hebel nach Erforderniß in die entsprechenden Zähne b einstellt. Der gemeinschaftliche Achsbolzen a hat an einem Ende eine Kugelschraube, um die Arme im Fächermast nach Bedürfniß strenger oder loser gehen lassen zu können. Um nun die Arme für die Nacht erleuchten zu können, sind in denselben Spiegel jalousieartig so eingesetzt, daß sie, wie Fig. 28 im Querschnitte zeigt, das von einer Laterne, die sich in der gemeinschaftlichen Armachse befindet, empfangene Licht dieser Achse parallel zurückwerfen. Darnach sind also, um je 2 Telegraphenarme nach vor- und rückwärts hin zu erleuchten, nur 2 Laternen erforderlich, die an der Laternenleitung E, welche zu dem Behufe mit einem Falz versehen ist, vermittelst Schnüren durch die Winden F emporgewunden werden, bis sie oben an einen Anschlag gelangen, wo sie dann im richtigen Punkte sich befinden, um in den Armen die Bilder ihrer Flammen erscheinen zu lassen. Die Zahl der Spiegel in jedem Arm beläuft sich auf 10, von denen abwechselnd 5 vor- und rückwärts wirkend sind. Bei Tage dienen sie zugleich dazu, den Arm sichtbarer zu machen, indem sie ihn füllen, stehen doch

aber noch so weit von einander ab, um dem Winde, Schnee ꝛc. freien Durchgang zu lassen. In C, Fig. 27, deuten die mit Sternchen versehene Flächen die vorwärts wirkenden Spiegel an, während r die rückwärts wirkenden bezeichnet.

Da auf diese Weise das Licht auf der Rückseite genau in dieselbe Richtung geworfen wird, wie auf der Vorderseite, so ist ein solcher Telegraph, wie ihn Fig. 27 zeigt, nur in der geraden Linie anwendbar, und in Kurven muß man zu den Auskunftsmitteln schreiten, daß man an zwei hinter einander stehenden Masten, wie Fig. 29 angibt, die Arme nur nach den entsprechenden Seiten (also jedes Armpaar nur nach einer Seite) mit Spiegeln besetzt, und die Masten so wendet, daß die Armachse genau auf die nächste correspondirende Station einvisirt ist. Ein solches Paar bildet also einen Kurventelegraphen, mithin ein solcher gewissermaßen aus zwei halben Telegraphen besteht und daher ein geradliniger Telegraph auch ein ganzer, jeder von den beiden, die eine Kurvenstation bilden, aber ein halber genannt wird. Die Skizze, Fig. 30, macht die Stellung der Telegraphen in der geraden Linie und Kurve durch einen Grundriß deutlich; a und e sind Stationen der geraden Linie, b, c und d Kurvenstationen. Auf ein richtiges Entfernungsverhältniß, sowie auf sonstige Proportion ist hier natürlich nicht Rücksicht genommen, und sind die respect. Telegraphenstationen auch nur durch die Stellung der Armpaare angezeigt. Uebrigens, da bei ein und derselben Kurvenstation die beiden Masten gleiche Höhe haben, so decken sich die entsprechenden Arme der Art, daß dem Auge die gezogenen Zeichen immer genau, wie bei einer geradlinigen Station, sichtbar sind.

Um die erleuchteten Arme deutlich von einander zu scheiden, ist in jeder Laternenleitung der Achse gegenüber eine Fensteröffnung angebracht, wodurch, wie H in Fig 27 zeigt, man das Licht der Laterne selbst sieht; es ist durch eine Glasscheibe roth gefärbt und bezeichnet somit zwischen den weißbeleuchteten Armen einen festen Mittelpunkt. Durch Vorschieben bunter Scheiben vor die Laterne kann man zwar auch das Licht der Arme färben, indeß ist das weiße Licht das intensivste. Nur auf den Bahnhöfen selbst werden des Nachts die Arme bunt erleuchtet, um das sonst mögliche Ueberspringen der Zeichen über den Bahnhof hinaus zu verhüten. —

Die ganze Höhe des Telegraphen beträgt 24 Fuß, welches Maß nur bei besonderen Terrainverhältnissen entsprechende Abänderungen erleidet. Seine Wirkung bei Nacht ist außerordentlich stark, die Locomotivführer fahren mit größerer Sicherheit im Finstern auf die Zeichen desselben los als am hellsten Tage auf irgend ein anderes Zeichen, was dadurch schon sehr natürlich ist, daß ein Arm ein Feuerzeichen von 5′ Länge, zwei Arme aber ein solches von 10′ geben.

Die Telegraphen stehen neben den Wärterbuden, die nach dem Terrainverhältnisse circa $^1/_{10}$ — $^1/_3$ Meilen von einander entfernt sind, und werden im Freien von den Bahnwärtern bedient.

Die Bedeutung der bei Tag und Nacht völlig gleichen Hauptzeichen des Treutler'schen Telegraphen ist auf obigen Bahnen folgende:

1. (Fig. 31, Taf. XXXI) Der Zug kommt von A nach B.
2. (Fig. 32) Der Zug kommt von B nach A.

3. (Fig. 33) Der Zug kommt nicht von A nach B.
4. (Fig. 34) Der Zug kommt nicht von B nach A.
5. (Fig. 35) Hülfslocomotive soll kommen von A nach B.
6. (Fig. 36) Hülfslocomotive soll kommen von B nach A.
7. (Fig. 37) Der Zug von A nach B soll langsam fahren.
8. (Fig. 38) Der Zug von B nach A soll langsam fahren.
9. Der Zug von A nach B soll halten.
10. Der Zug von B nach A soll halten.

} Man gibt das Signal 1 oder 2; sobald es der folgende Wärter weiter gegeben hat, winkt man mit dem linken Arme auf und ab.

Signal 1 und 2 bleiben stehen, bis der Zug vorbei ist; 3 und 4 werden eingelassen, wenn der nächste Posten abgenommen hat; 5 und 6 werden, sobald die Hülfslocomotive abfährt, in das betreffende Signal 1 oder 2 umgestellt. Bei 7 und 8 gibt der Wärter erst das Signal 1 oder 2 und bewegt, wenn der nächste Posten abgenommen hat, den linken Arm in die wagerechte Stellung.

Von akustischen Signalen sind so viel uns bekannt, nur zwei auf deutschen Bahnen in Anwendung, nämlich: das Signalgebläse bei der geneigten Ebene der Düsseldorf-Elberfelder-Bahn und der Glockentelegraph der Taunus-Eisenbahn.

Letzterer wurde von Herrn Hofrath Beil angegeben, ist auf der 2 Stunden langen Strecke zwischen Frankfurt und Höchst zur Ausführung gekommen, und wird neben dem seit mehreren Jahren längs der ganzen Taunusbahn nach dem Fardely'schen System ausgeführten electrischen Telegraphen immer noch mit Vortheil tagtäglich gebraucht. Derselbe besteht aus kleinen ca. 12 Pfd. schweren Metallglocken (Fig. 39, Taf. XXXI), die an kleinen in gußeisernen Gestellen b gelagerten Wellen c angenietet sind und vermittelst des Hebels d in Bewegung gesetzt werden. Der Hebel d steht einerseits mit einer aus Draht spiralförmig gewundenen Feder e und anderseits mit einem innerhalb der Schienen in kleinen Führungen hergeleiteten Zug aus 1 Linie starkem Messingdraht in Verbindung; diese Züge laufen von Bahnwärter zu Bahnwärter in außerhalb der Schienen angebrachte Winkelhebel aus, die durch Treten mit dem Fuß in Bewegung gesetzt werden, und da bei jeder Bahnwärter-Station 2 solcher Fußtritte und 2 derartige Glocken von verschiedenem Tone, für jede Richtung eine, sich befinden, so weiß der Bahnwärter beim Anschlagen einer Glocke genau von welcher Seite her signalisirt wird, und gibt in derselben Richtung so wie in derselben Weise unverzüglich das Signal weiter. Diese Glockensignale durchlaufen gewöhnlich in 5 bis 7 Minuten die 2 Stunden lange Strecke. Man bedient sich derselben auf der Taunusbahn jedesmal bei Abgang eines Zuges von Frankfurt nach Höchst, oder umgekehrt, wo dieses durch das einmalige Anschlagen der Glocke in einer oder der andern Richtung von Bahnwärter zu Bahnwärter angezeigt wird, und das Abgehen eines Zuges in entgegengesetzter Richtung auf dem einfachen Geleise verboten wird. Durch ein continuirliches Läuten wird eine Hülfsmaschine von der Seite, in welcher Richtung das Signal gegeben ist, verlangt; ebenso lassen sich durch verschiedenes Anschlagen der Glocken mit kurzen Unterbrechungen noch verschiedene andere Signale geben, die aber auf der Taunusbahn bei dem seit meh-

reren Jahren eingeführten vollkommenen electrischen Telegraphen nicht nöthig sind. Ohne Zweifel verdient dieser Glockentelegraph in vieler Hinsicht für Eisenbahnen den Vorzug vor optischen Telegraphen, indem er nicht nur bei Tag, sondern selbst bei Nacht und namentlich auch bei Nebel und Schneegestöber, wo optische Signale nicht beobachtet werden können, mit Zuverlässigkeit gehandhabt werden kann.

Das Signalgebläse der geneigten Ebene von der Düsseldorf-Elberfelder Bahn ist ähnlich mit dem auf den belgischen Ebene bei Lüttich. Die beiden Stationen sind durch eine Röhrenleitung verbunden; auf jeder Station ist ein Luftdruckwerk und eine Signalpfeife; durch das erstere wird die Luft von der einen Station in die Röhre gepreßt und verursacht somit einen Ton in der Pfeife der andern Station und so umgekehrt. Die Kostspieligkeit dieser Apparate und die häufigen Störungen durch Ansammlungen von Wasser in den Röhren, haben dieselben keine weitere Verbreitung gewinnen lassen.

Das einfachste akustische Signal gibt bei dem Fahrdienste die Locomotiv-Dampfpfeife, allein es wäre zu wünschen, daß die Anwendung derselben nur auf wirkliche Fälle der Gefahr und energische Warnung beschränkt würde, damit ihm eine größere Aufmerksamkeit gesichert wird, als es bis jetzt der Fall war.

§. 111.

Electrische Signale.

Durch die electrischen Signale ist hauptsächlich die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs um ein Beträchtliches erhöht worden. Durch sie sind nicht allein die Mittel geboten zur raschen und sichern Verständigung der Stationen unter einander, sondern ist es auch möglich geworden, Nachrichten zu geben, welche dem Zuge weit voraneilen, ihm somit etwaige Hindernisse aus dem Wege räumen und entstandene Unregelmäßigkeiten unschädlich machen. Die Schnelligkeit, womit der electrische Strom eine geschlossene Kette durchfließt, übertrifft noch die Geschwindigkeit des Lichtes und beträgt 60000 geogr. Meilen in einer Secunde. Daß hieraus für den Dienst auf einer Eisenbahn enorme Vortheile erwachsen, und es der immer ausgedehntern Einführung der electrischen Telegraphen zum großen Theil zu danken ist, daß die Unfälle auf Eisenbahnen nicht im Verhältniß zum Verkehr gestiegen sind, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung.

Die electrischen Telegraphen bestehen aus 2 Hauptheilen, der Leitung und den Apparaten; letztere wieder aus den Zeichen gebenden Vorrichtungen und den Batterien.

a) Leitungen. Sämmtliche Stationen, welche in der Telegraphenlinie liegen, müssen durch Drahtleitungen mit einander verbunden sein. Zu diesen Leitungen nimmt man am besten Kupferdraht, als einen der ersten Electricitätsleiter; nächst dem Kupfer ist auch das Eisen für diesen Zweck praktisch anwendbar, doch muß man dem Eisendraht etwa den fünffachen Querschnitt des Kupferdrahts geben, damit er ebenso gut leitet, hat aber dann noch den Vortheil, daß Zerstörungen der Leitung durch Muthwillen oder Diebstahl weniger zu fürchten sind, wie bei dem kostspieligen Kupferdraht.

Man hat früher immer 2 Drähte von einer Station zur andern gehen lassen, und jeder einzelne Draht bildete die Hälfte der Leitungskette; Baumgartner und Steinheil zeigten aber, daß auch ein Draht genügt, und daß man den andern durch die natürlich feuchte Erde ersetzen kann.

Diese eine Drahtleitung kann entweder ober- oder unterirdisch von einer Station zur andern geführt werden. Im ersten Falle sind in Entfernungen von 24 bis 30 Meter längs der Telegraphenlinie 6 bis 9 Meter hohe Stangen aufgestellt und auf jedem Kopfe der Stange ist mit 2 Schrauben eine eiserne Stütze befestigt und auf dieser ein Porzellanhut aufgekittet, wie aus Fig. 47, Taf. XXXI., ersichtlich. Noch andere Unterstützungen des Leitungsdrahtes zeigen die Fig. 44, 45 und 46. In Fig. 44 ist der Draht frei in einen mit der Säge eingeschnittenen Spalt a gelegt; bei Fig. 45 liegt er entweder in einer Durchbohrung auf dem Grunde des Spaltes b, ist mit Kautschuk umwickelt und mittelst eines Holzkeils befestigt, oder in eine Litze oder Schlinge c von Kautschuk eingehängt, die noch mit Leder umlegt und durch zwei Nägel an die Stange befestigt wird, oder geht über ein von der Seite eingesetztes Glas- oder Porzellanlager d. Zuweilen ist auch in das obere Stangenende ein Loch gebohrt, ein hölzerner Zapfen eingeschoben und darauf ein Glashut e gesetzt, wie Fig. 46 zeigt. Der unter der Krempe des Hutes hingeführte Leitungsdraht wird mit Messing- oder Eisendraht daran befestigt; durch einen eisernen Ring f ist das Aufreißen der Stange verhindert. Der Glas- oder Porzellanhut kann auch unmittelbar auf das Stangenende a, Fig. 47, gesetzt werden, dabei ist aber zu empfehlen, daß das obere Stangenende mit Steinkohlentheer oder Oelfirniß bestrichen wird.

Die unterirdischen Leitungen haben den Zweck, die Drähte den Angriffen der äußeren Gewalt und den Einwirkungen der Luftelectricität thunlichst zu entziehen. Man bestrebte sich für solche Leitungen isolirende Ueberzüge zu finden, damit dieselben unter die Erde gelegt werden konnten und fand in der Gutta-Percha ein so sicher isolirendes Material, daß bereits in Deutschland über 500 Meilen Leitung unterirdisch mit Drähten ausgeführt wurden, die mit Gutta-Percha überzogen waren. Wheatstone legte die Drähte seiner Leitung, zwischen Slough und London, mit Hanf und Harz überzogen, in eiserne Röhren. Die Kostspieligkeit dieser letztern Anordnung und der Umstand, daß die Isolirungsfähigkeit der Gutta-Percha nicht nachhaltig ist, führten später wieder zu den oberirdischen Leitungen und zwar insbesondere mit Anwendung von Eisendraht und aus glasirtem Thon hergestellten Isolirungshüten, welche fest auf den obern Stangenenden sitzen. Zum Schutze gegen heftige Wirkungen der Luftelectricität dienen gewöhnlich Wetterableiter, deren man alle Meilen und vor jeder Station einen aufstellt. Sie bestehen aus kupfernen starken Ringen, die mittelst eines Blechstreifens mit der feuchten Erde in Verbindung stehen, und von welchen aus Saugspitzen bis in die Nähe der Leitung hervorragen.

b) Apparate. Die Zeichen gebenden Vorrichtungen der auf den Eisenbahnen üblichen Apparate sind von dreierlei Art. Erstens solche, die Glocken in Bewegung setzen, und dadurch die Aufmerksamkeit erregen und in eine bestimmte Richtung hinlenken. Zweitens solche, die mittelst eines Zeigers, der sich auf Buchstaben und Zeichen hinbewegt, bestimmte Nachrichten geben, und endlich drittens solche, welche

diese Nachrichten selbst, mittelst auf Papierstreifen erscheinender Zeichen fixiren und aufbewahrbar machen. Die besten Glockenapparate dürften die von Steinheil sein; dieselben machen die Zeichen dem Gehöre durch das Anschlagen eines Hebels an eine kleine Glocke wahrnehmbar, und es wird dasselbe Alphabet wie bei dem Morsée'schen Schreibtelegraphen beibehalten, nur ist der Unterschied, daß die Striche mit zwei schnell hintereinander folgenden, und die Punkte mit einzelnen Punkten in kleinen Pausen mittelst desselben Tasters wie bei Morsée gegeben werden. Dieser Apparat entwickelt daher nur ein einziges Elementarzeichen, nämlich einen Punkt, welcher in Gruppen und in schnellerem oder langsamerem Zeitmaße hervorgebracht werden.

Auf mehreren norddeutschen Bahnen sind Glockenapparate mit starken Schellen, deren Hämmer durch Gewichte bewegt und durch den electrischen Strom ausgelöst werden, in solchen Entfernungen aufgestellt, daß sie allenthalben auf der Bahn von den Wächtern gehört werden können. Von den Stationen aus wird jeder Zug durch eine bestimmte Anzahl Schellenschläge, welche die Richtung des Zugs andeuten, angekündigt. Gute Apparate der Art sind jedenfalls ein Hauptsicherungsmittel für den Betrieb, da weder Nacht noch Nebel ihren Dienst aufhebt und sie sich auch dem Unaufmerksamsten laut bemerkbar machen.

Zuweilen ist auch der Glockenapparat in Gestalt eines Weckers bei dem Schreibapparat angewendet.

Zu den Apparaten zweiter Art gehört vornehmlich der von Wheatstone. Er benützte den temporären Electromagnetismus und zeigte, daß es möglich sei, durch Verbindung mit einer mechanischen Kraft dem Wirken eines Electromagneten eine gleichmäßige kreisrunde Bewegung zu ertheilen, die nur in einem Sinne vor sich gehen dürfe. Ein durch den Strom mittelst eines Electromagnets und eines Eschappements im Kreise herumbewegter Zeiger wird durch Unterbrechung oder Schließung der Kette auf einem beliebigen der Zeichen festgehalten, die auf dem Umfange dieses Kreises verzeichnet sind und Buchstaben, Phrasen, Namen 2c. 2c. bedeuten.

Sowohl Deutschland, Frankreich als auch England hat die mannigfaltigsten Formen von solchen Zeigerapparaten. Fardely, Kramer, Drescher, Siemens und Halske haben die Telegraphen sehr verbessert, jedoch bleiben dieselben immer die langsamsten. Eine Depesche mit 20 Worten braucht am Zeigertelegraph 14 Min., dagegen am Glockentelegraph von Steinheil nur 3 Minuten und am Morsée'schen Apparate nur 1 Minute.

Die Apparate der dritten Art sind die Schreibapparate von Morsée. Diese haben vor den Zeigerapparaten alle Vorzüge, die das geschriebene Wort vor dem gesprochenen hat, gestatten eine sehr schnelle Correspondenz und erfordern zu ihrer Bewegung verhältnißmäßig wenig electromagnetische Kraft.

Seit dem Jahre 1832 studirte Morsée mit unermüdetem Eifer an der Verbesserung seines damaligen Princips, und kam endlich nach vielen kostspieligen Versuchen zu dem glänzenden Erfolge, daß es möglich sei, alle Buchstaben, Ziffern oder andere Phrasen auf höchst einfache Weise und mit großer Schnelligkeit mittheilen zu können, und zwar mit einer einzigen Drahtkette, d. i. mit 2 Leitdrähten,

wovon jetzt aber durch die Entdeckung Steinheil's auch noch der zweite Leitdraht durch die feuchte Erde vertreten wird. In neuerer Zeit sind diese Telegraphen beinahe in ganz Europa schon in Anwendung, und was dieselben noch an Schwerfälligkeit hatten, wurde durch die Leistungen Robinson's, Halske's und Stöhrer's vollkommen beseitigt. Es sind in diesem Apparate dreierlei Kräfte zu einer Combination vereint. Electromagnetismus, Galvanismus und Mechanismus. Der Apparat gibt nur 2 Elementarzeichen: einen Punkt und eine gerade Linie, welche der Telegraphist durch eine sehr einfache Handbewegung mittelst eines Tasters in beliebiger Gruppirung und mit großer Geschwindigkeit zu entwickeln vermag.

Diese Zeichen prägen sich durch einen Stahlstift, der durch Electromagnetismus in Bewegung gesetzt wird, einem auf der anderen Station sich abwickelnden Papierstreifen ein, und repräsentiren einzeln oder in Gruppen zu 2, 3, 4 Strichen oder Punkten die Buchstaben und Zahlen.

Auf Taf. XXXI. ist dieser Telegraph durch Fig. 40 im Aufriß, in Fig. 42 im Grundriß und in Fig. 41 in der Seitenansicht verzeichnet; I., II., III. stellen den Unterbrechungsapparat oder Taster vor. Der Electromagnet A ist ebenso wie die Säulen und Wände, welche den Apparat tragen und einschließen, auf der hölzernen Platte x, x befestigt, und es werden die Drahtenden seiner Schenkelumwindungen mit den Leitungsdrähten a und b des galvanischen Stromes in den Säulchen c und c′ durch Preßschrauben verbunden. Auf der Säule m ist der Hebel C, C zwischen den Spitzen der Schrauben d, d leicht drehbar gelagert und am Hebelarme rechter Hand der Anker B verbunden, so daß dieser von den Polen des Electromagnetes angezogen werden kann, wenn die Kette geschlossen ist, während eine Spiralfeder f den entgegengesetzten Hebelarm beim Oeffnen der Kette niederzieht und somit den Anker entfernt. Die Hebelbewegung läßt sich durch 2 von den Säulen m und n ausgehende Stellschrauben g und h, die Spannung der Spiralfeder f aber nach Verhältniß der Stromstärke durch Anziehen oder Nachlassen des Seidenfadens f′ vermittelst der drehbaren Welle i reguliren.

Zwischen den durch die Verbindungsbolzen o, o, o vereinigten Gestellwänden befindet sich eine Art Uhrwerk, und es ist wie bei diesem eine Schnurtrommel D und Sperrad K mit der Welle fest verbunden, so daß durch Aufsetzen eines Schlüssels auf das Ende der Trommelwelle das Ganggewicht aufgezogen werden kann, ohne das auf derselben Welle lose aufsitzende Stirnrad E mitzunehmen. Dieß geschieht jedoch, wenn sich der am Rade C festsitzende Sperrkegel nach dem Aufziehen in das Sperrad einlegt, und es wird dann auf das Rad C Bewegung in der Richtung des Zuggewichts übertragen. Das Rad E greift in das Getriebe des Rades F, und dieses sowohl in das Getriebe des Rades G als auch in das Rad H, wodurch endlich noch das Rad J bewegt wird. Auf den Wellen der letzteren beiden Räder befinden sich die dicht aneinander liegenden Walzen H und J, welche bei ihrer Bewegung einen zwischen ihnen durchgeführten Papierstreifen regelmäßig fortziehen. Das Rad G setzt durch ein Getriebe J einen Windflügel t, Fig. 42, in Bewegung, um den Gang des Apparates regelmäßig zu machen.

Der zuletzt beschriebene Mechanismus läßt sich in Gang setzen oder unterbrechen durch Herausziehen oder Einschieben eines Stiftes S zwischen die Speichen

des Rades F. Leicht erklärlich wird nun der Hauptzweck des Apparates unter der Voraussetzung, daß die nach oben gekehrte stumpfe Spitze der Schraube v am linken Ende des Hebels C sich gegen den Papierstreif p auf der Walze J anlegen und je nach der Zeitdauer Punkte oder Striche als Eindrücke sichtbar machen kann.

Dieses periodisch und genau abzumessende Verzeichnen mittelst dieses Stiftes erfolgt durch ein abwechselndes Anziehen und Lösen des Ankers B mit Hülfe des Tasters I. Der in die Drahtleitung a nach der Pfeilrichtung gehende Strom umkreist den Electromagnet, geht durch den im zweiten Säulchen c′ verbundenen Leitungsdraht b nach dem Ansatze q (III) und bei dessen Berührung mit einem zweiten correspondirenden Ansatze q′ durch Niederdrücken des Hebels K durch diesen selbst nach dem entgegengesetzten Leitungsdraht a′ (II) fort. Nach dem Aufhören des Drucks auf den Hebel bewirkt die Feder z sofort die Trennung der beiden Ansätze q und q′ und somit das Oeffnen der Kette. Die Stellschraube s läßt durch Höher- oder Tieferstellen des kurzen Hebelarmes von K den Zwischenraum der Ansätze q und q′ reguliren.

Das Telegraphiren zwischen 2 Stationen, bei denen der Strom einer Batterie durch den Draht und durch die Erdleitung wirksam und in diese Kette auf jeder Station ein derartiger Apparat eingeschaltet ist, zeigt man entweder durch einen besondern Weckerapparat, oder dadurch an, daß der Hebel K mehrfach und schnell nacheinander niedergedrückt wird, und so auf der zweiten Station ein eben so oftmaliges Anziehen des Ankers bewirkt. Durch ein gleichartiges Verfahren der Stromunterbrechung wird hierauf von der zweiten auf die erste Station dieses hammerartige Anschlagen des Ankers als ein Gegenzeichen zurückgeäußert, so daß nunmehr das eigentliche Telegraphiren durch den Taster beginnen kann. Dieses besteht darin, durch die stumpfe Spitze v am linken Ende des Hebels C auf den sich gegen die Walze J anlegenden Papierstreif p Punkte oder Striche einzeln, paarweise oder in Gruppen zu verzeichnen.

Wie durch diese 2 Zeichen des Alphabet und die einfachen Zahlzeichen dargestellt werden können, ist aus dem folgenden Schema ersichtlich:

a . —	o — — —	2 . . — — —
b — . . .	p . — — .	3 . . . — —
c — . — .	q — — . —	4 . . . . —
d — . .	r . — .	5 . . . . .
e .	s . . .	6 — . . . .
f . . — .	t —	7 — — . . .
g — — .	u . . —	8 — — — . .
h	v . . . —	9 — — — — .
i . — — —	w . — —	0 — — — — —
k — . —	x — . . —	
l . — . .	y — . — —	
m — —	z — — . .	
n — .	1 . — — — —	

Stöhrer hat den für den bayrischen und österreichischen Staatstelegraphen verwendeten Morsée'schen Schreibapparat dahin vervollkommnet, daß mit 2 Hebeln in parallelen Linien geschrieben wird, wobei weniger Zeichen für dieselbe Mittheilung genügen.

Der Umstand, daß mit dem Morsée'schen Telegraphen auf große Entfernungen nicht mit Genauigkeit signalisirt werden konnte, weil die Länge des Leitungsdrahts schon einen großen Widerstand bot, und daher eine große Kraft dazu gehörte, den Hebel und Schreibstift des Apparates mit der Schnelligkeit des Tasters gleichen Schritt halten zu lassen, wurde durch Robinson und Halske vollkommen beseitigt, und zwar durch den Relais oder Uebertrager, der nun statt des frühern Schreibapparates in die Leitungskette eingeschaltet wird, und durch das Anziehen seines Ankers erst eine eigene Lokalbatterie schließt, welche der in der Nähe stehende Apparat mit großer Leichtigkeit und Schnelligkeit zu bewegen vermag. Der Schreibapparat ist also jetzt von der Linie unabhängig. Der Ralais besteht aus einem Electromagneten mit 2—3000 Umwindungen eines äußerst feinen, gut übersponnenen Kupferdrahts, sodann aus einem Anker mit doppelarmigem Hebel, wovon der längere Arm zwischen 2 fein geschnittene Schrauben eines messingenen Ständers greift und sich auf- und abbewegen kann. Die Spitze der obern Schraube ist von isolirender Substanz, z. B. Glas, die untere Schraube dagegen ist ganz metallisch und so gestellt, daß das Ende des genannten längern Hebelarmes sogleich mit der Schraubenspitze in Berührung tritt, wenn der Anker von den Polen des Electromagneten angezogen wird. Sobald nun ein Strom den letztern durchläuft, so schließt sich die eingeschaltete Lokalbatterie und bezweckt, daß der Schreibstift des Schreibapparates genau den Bewegungen des Relais folgt. Der Strom der Lokalbatterie kann somit beliebig verstärkt werden, und ein so gestalteter Ralais vermag mit größter Energie auf den Schreibapparat zu wirken.

Außer dem Relais hat man auch noch sog. Galvanometer mit den Morsée'schen Apparaten in Verbindung gebracht. Alle Drähte werden durch diese Galvanometer geleitet und es läßt somit das Abweichen der Magnetnadel sogleich erkennen, ob der Strom durchgeht oder nicht.

Was nun die Batterien betrifft, welche als wesentliche Theile der electromagnetischen Telegraphen vorhanden sein müssen, so unterscheidet man im Allgemeinen veränderliche und constante Batterien. Eine veränderliche Batterie ist diejenige, welche wohl 2 Metalle als Electromotoren, aber nur eine Flüssigkeit und kein Diaphragma hat.

Constante Batterien sind solche, welche außer den zwei Metallen auch zweierlei Flüssigkeiten und ein Diaphragma (poröse Scheidewand) besitzen, und daher an Intensität und Dauer des Stroms die veränderlichen Batterien weit übertreffen. Es wurden diese Batterien von den verschiedenen Physikern Bequerell, Daniel, Smee, Bunzen 2c. verschieden angeordnet, jedoch scheint die von Bunzen bei den Telegraphen am meisten Eingang gefunden zu haben. Die Kette der Batterie besteht nämlich aus einem Glasgefäß, einem Zinkcylinder, welcher aber amalgamirt ist, einem Kohlencylinder und einer Thonzelle. Zur Kohle kommt Salpetersäure von 1,3 spec. Gewicht und zum Zink verdünnte Schwefelsäure. Benützt man den

Kohlencylinder außer der Thonzelle, d. i. als Electromotor, so darf die Distanz zwischen den Kohlen und der Thonzelle nur 1 Millimeter Abstand betragen, und das Glas muß ziemlich weit sein, weil der Kohlencylinder viel Salpetersäure verschluckt.

Wird derselbe aber als Diaphragma und Electromotor zugleich verwendet, so muß derselbe unten einen massiven Boden haben mit einer kleinen Oeffnung, welche mit feinem Gartensand, der fest in dieselbe hineingedrückt wird, ausgefüllt ist.

Man unterscheidet Linien- und Lokalbatterien.

Die Linienbatterien müssen aus mehreren Batterien, deren Anzahl sich nach der Entfernung der Stationen und deren mindern oder bessern Isolirungsgrad richtet, bestehen.

Die Lokalbatterie braucht nur aus einer oder zweien Batterien zu bestehen und nur im Nothfalle verstärkt zu werden.

Wie nun die Apparate, welche in dem Obigen beschrieben wurden, mit der galvanischen Kette, mit deren Polardrähten, sowie mit den Luft- und Erdleitungen verbunden werden, welches der Lauf des electrischen Stromes von seinem Entstehen an bis zu seiner Rückkehr in den Kraftapparat ist, lehrt die Combinationslehre. Wir beschränken uns hier auf die Bemerkung, daß die Apparate in die Batterien so eingeschaltet werden müssen, daß der Strom seinen Kreislauf vollbringen kann. Geht z. B. der Draht von dem positiven Pol einer Batterie aus, so berührt er den Apparat dieser Batterie, geht alsdann durch die Leitung zu dem Apparat der nächsten Station und von diesem zur Erdplatte, von wo er durch die Erdplatte der ersten Station zu dem negativen Pol der ersten Batterie gelangt und die Kette schließt.



Anhang.

§. 1. Theorie der Locomotiv-Maschinen.

a. Formeln zur Berechnung der Last, welche eine Locomotive mit gegebener Geschwindigkeit ziehen kann.

b. Formeln zur Berechnung der Hauptdimensionen neu zu erbauender Locomotiven.

§. 2. Allgemeine Ableitung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit von Eisenbahnschienen für jede beliebige Querschnittsform.

§. 3. Grundzüge für die einheitliche Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands.

§. 4. Tabelle der Baukosten verschiedener Eisenbahnen, Kanäle und Straßen auf die Lieue von 4 Kilometer.

Anhang.

§. 1.

Theorie der Locomotiv-Maschinen.
(Nach Pambour.)

a. Formeln zur Berechnung der Last, welche eine Locomotive mit gegebener Geschwindigkeit ziehen kann.

Die Theorie der Locomotive zerfällt in zwei Theile, in dem einen handelt es sich darum, die Last zu finden, welche eine gegebene Locomotive mit einer gewissen Geschwindigkeit ziehen kann; in dem andern die Dimensionen der Maschine zu finden, wenn die zu ziehende Last und die Geschwindigkeit gegeben ist.

Damit Gleichgewicht in einer Locomotiv-Maschine bestehe, muß man, Kraft und Widerstand auf einen Quadratmeter Kolbenfläche zurückgeführt, haben:

$$R = R' + F' + p + p'v \; . \; . \; . \quad (1)$$

R Druck des Dampfs auf einen Quadratmeter Kolbenfläche.

R′ Widerstand, den der Wagenzug der Bewegung der Kolben entgegensetzt.

F′ Widerstand, den die Reibungen der Locomotive der Bewegung der Kolben entgegensetzen.

p Widerstand, der im atmosphärischen Druck liegt; er beträgt 10334 Kil. auf den Quadratmeter.

p′v Widerstand, der in der Geschwindigkeit liegt, mit welcher der Dampf in das Kamin entweicht.

Wollte man die Kraft und die verschiedenen Widerstände auf die Oberfläche zweier Kolben bringen, so wäre es hinreichend R, R′, F′, p und p′v mit $\frac{1}{2} \pi d^2$, wo d Durchmesser der Kolben, zu multipliciren.

Es handelt sich also darum die Werthe von R′, F′, p und p′v zu bestimmen. Der Gesammtwiderstand, den der Wagenzug der Bewegung der Kolben entgegensetzt, ist $\frac{R' \pi d^2}{2}$; und wenn R″ die Kraft, welche dazu nöthig ist, um die Wagen zu ziehen und ein dynamisches Gleichgewicht zwischen R′ und R″ herzustellen, muß man haben:

$$\frac{R' \pi d^2}{2} . \ 2l = R'' \pi D$$

l Kolbenhub.

D Durchmesser der Triebräder.

Auf einer Eisenbahn hat man:

$$R'' = KM + Km + uv^2 \pm (M + m) \sin \alpha$$

$K = \frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{250}$ Coefficient des Widerstandes, den die Reibung der Wagen der Bewegung entgegensetzt.

M Gewicht des Wagenzuges und Tenders.

$KM = fP \frac{d}{D} + f' (P + p)$

$fP \frac{d}{D}$ Widerstand durch die Reibung der Achsen.

$f' (P + p)$ Widerstand durch Reibung am Umfang der Räder.

P Gewicht, welches auf den Rädern ruht.

p Gewicht der Räder und Achsen.

$f = 0{,}05$ Coefficient der Reibung der Achsen in ihren Büchsen.

$f' = 0{,}00125$ bis $0{,}001$ Coefficient der Reibung beim Rollen der Räder auf den Schienen.

m Gewicht der Locomotive.

v Geschwindigkeit des Wagenzugs in Kilometern auf die Stunde.

$uv^2 = \mathfrak{D} E A V^2$ Widerstand, den die Luft der Bewegung des Wagenzugs entgegensetzt (§. 36.).

α Winkel, welchen die Bahn mit dem Horizont macht.

$(M + m) \sin \alpha$ mit der Bahn parallele Kraft; sie ist positiv oder negativ je nachdem der Zug auf- oder abwärts geht.

Man hat somit:

$$R' = \left(KM + Km + uv^2 \pm (M + m) \sin \alpha \right) \frac{D}{d^2 l} \ldots (2).$$

Der Widerstand F′ der verschiedenen Theile der Locomotive gegen die Kolben entspringt aus dem directen Widerstand F dieser Theile, wenn die Maschine leer geht, mehr einem directen Widerstand δ, welcher der Zugkraft proportional ist; diese beiden Widerstände auf die directe Bewegung des Wagenzuges bezogen, hat man somit für das dynamische Gleichgewicht:

$$F' \pi d^2 l = F \pi D + \delta \left[KM + uv^2 \pm (M + m) \sin \alpha \right] \pi D$$

woraus

$$F' = F \frac{D}{d^2 l} + \delta \left(KM + uv^2 \pm (M + m) \sin \alpha \right) \frac{D}{d^2 l} \ldots (3).$$

Der Werth von p′v ist bekannt, wenn man p′ für einen bestimmten Werth von v hat; nach Pambour ist

$$p' = \beta \frac{S'}{O}$$

β Coefficient $= 0{,}11557$.

S' Wassermenge, die in der Stunde verdampft, in Kubikmetern; dieser Werth von S' setzt voraus, daß kein Dampf entweicht; im entgegengesetzten Falle würde man S kleiner machen, um dieser Entweichung Rechnung zu tragen.

O Schnitt der Röhre in Quadratmetern. Für einen Quadratmeter hat man gewöhnlich $p' = 76{,}62$ und $p'v = 76{,}62 \,.\, v$ Kilogr., wenn v in Kilometern auf die Stunde ausgedrückt wird.

Die Werthe von R', F', p' in dem Werthe von R (1) substituirt hat man:

$$R = \left[KM + uv^2 \pm (M+m)\sin\alpha\right]\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + \delta\left[KM + uv^2 \pm (M+m)\sin\alpha\right] \cdot \frac{D}{d^2 l} + p + 76{,}62 \,.\, v.$$

oder:

$$R = (1+\delta)\left[(K \pm \sin\alpha)\,M \pm m\sin\alpha + uv^2\right]\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + p + 76{,}62\,v\,.\,(4).$$

Man hat ferner

$$s = \mu S$$

s Volumen des im Cylinder befindlichen Dampfes von dem Drucke R;
S Volumen des Wassers, welches das Volumen s Dampf erzeugt hat;
μ Verhältniß von s zu S.

Man kann setzen:

$$\mu = \frac{1}{n + qR}$$

n und q constante Größen.

In dieser Gleichung R durch seinen Werth (4) ausgedrückt, hat man

$$\mu = \frac{1}{n + q\left[(1+\delta)\left((K \pm \sin\alpha)\,M \pm m\sin\alpha + uv^2\right)\frac{D}{d^2 l} + F\frac{D}{d^2 l} + p + 76{,}62\,v\right]}\,(5).$$

Der Aufwand an Dampf für jeden Kolbenhub ist

$$\frac{1}{4}\,\pi\, d^2\,(l + c)$$

c freier Spielraum des Cylinders oder verlorener Raum zwischen Kolben und Cylindergrundfläche mit Einschluß der Dampfwege zwischen den Schiebladen und dem Cylinder.

Die Zahl der Kolbenhube in der Stunde ist alsdann

$$\frac{\mu S}{\frac{1}{4}\pi d^2 (l + c)}$$

Die Zahl der Umdrehungen der Triebräder in derselben Zeit ist, wenn man bemerkt, daß jeder Kolben 2 Hube auf die Radumdrehung gibt,

$$\frac{\mu S}{\pi d^2 (l + c)}$$

und der in einer Stunde durchlaufene Weg

$$\frac{\mu S \pi D}{\pi d^2 (l + c)}$$

Die Geschwindigkeit der Locomotive in Meter auf die Stunde ist also

$$V = \frac{\mu S D}{d^2 \; (l + c)}$$

und in Kilometern ist sie

$$v = \frac{V}{1000} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{\mu S D}{d^2 \; (l + c)}.$$

Drückt man μ durch seinen Werth (5) aus, so hat man:

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{q} \cdot \frac{l}{l + c} \times$$

$$\times \frac{S}{(1 + \delta) \; [(K \pm \sin \alpha) \; M \pm m \sin \alpha + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + 76{,}62 \, v\right)} \quad (6).$$

Ist S das Volumen des zur Bildung des Volumens s Dampf angewendeten Wassers, und S′ das Volumen des aus dem Kessel (als Dampf und von diesem fortgenommenes Wasser) kommenden Wassers, so hat man

$$S' = 1{,}33 \; S.$$

Den Dampf berücksichtigend, der durch die Sicherheitsventile verloren geht, hat man

$$S' = 1{,}40 \; S.$$

Bei einer Locomotive wächst die Menge des verdampften Wassers im Verhältniß der vierten Wurzel der Geschwindigkeit der Locomotive, also wenn v die der verdampften Wassermenge S′ und v″ die der Wassermenge S″ entsprechende Geschwindigkeit ist

$$S' : S'' = \sqrt[4]{v} : \sqrt[4]{v''}$$

woher

$$S' = S'' \left(\frac{v}{v''}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

Bedeutet T die Heizfläche in Quadratmetern, so hat man $S'' = 0{,}054 \; T$, folglich

$$S' = 0{,}054 \, . \, T \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

(Man fand nämlich bei der Geschwindigkeit von 32 Kilometer in der Stunde die in derselben Zeit verdampfte Quantität Wasser 0,054 Kubikmeter auf den □Meter Heizfläche)

und

$$S = \frac{0{,}054 \, . \, T \, . \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}}{1{,}40}.$$

S durch seinen Werth in Formel (6) ausgedrückt, hat man

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{q} \cdot \frac{l}{l + c} \cdot$$

$$\frac{\dfrac{0{,}054 \, . \, T \, . \left(\frac{v}{32}\right)^{\frac{1}{4}}}{1{,}40}}{(1 + \delta) \; [(K \pm \sin \alpha) \; M \pm m \sin \alpha + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + 76{,}62 \, v\right)},$$

eine Gleichung, aus der man den Werth von v unmittelbar ableiten kann; allein es ist der größern Leichtigkeit der Rechnung wegen besser, den Werth von v durch

Versuche zu bestimmen. Man setzt an die Stelle von v im zweiten Gliede der Gleichung einen Werth, von dem man annimmt, daß er dem wirklichen Werth nahe kommt, und leitet aus der Gleichung einen zweiten Werth von v ab, welcher alsdann nochmals substituirt werden kann und einen dritten und hinreichend genauen Werth liefert.

Hat man die Last zu bestimmen, welche von der Locomotive gezogen wird, so genügt es, den Werth von M aus Gleichung (6) abzuleiten, wodurch man erhält:

$$M = \frac{1}{(1+\delta)(K \pm \sin\alpha)}\left[\frac{1}{1000}\cdot\frac{l}{l+c}\cdot\frac{S}{qv} - \frac{d^2l}{D}\left(\frac{n}{q}+p+76{,}62\,v\right) - F\right] -$$

$$- \frac{1}{K \pm \sin\alpha}\,(uv^2 \pm m \sin\alpha),$$

ein Ausdruck von der Form:

$$M = B - \frac{1}{K \pm \sin\alpha}\left(uv^2 \pm m \sin\alpha\right).$$

In dieser Formel ist der Werth von B bekannt; nur der Werth $uv^2 = DEAV^2$, der eine Funktion von M, ist noch nicht bekannt. Man wird daher am besten thun, für uv^2 einen vorläufigen Werth anzunehmen, alsdann aus dem Werth von M den Werth von A, und folglich auch den ihm entsprechenden Werth von uv^2 folgern; dieser zweite Werth von uv^2 in der Gleichung substituirt, gibt einen hinreichend genauen Werth von M.

Pambour hat durch Beobachtung gefunden, daß man hatte

$\delta = 0{,}14$ für Locomotive mit freien Rädern,

$\delta = 0{,}22$ „ „ „ gekuppelten Rädern.

Die Coefficienten

$n = 0{,}0001421$, wenn der Druck R in Kilogr. auf den □Meter ausgedrückt ist, und

$q = 0{,}0000000471$, auch wenn R in Kilogr. für den □Meter ausgedrückt ist.

$c = \frac{1}{20}\,l.$

$\frac{l+c}{l} = \frac{21}{20}$, Spielraum des Cylinders.

b. Formeln zur Berechnung der Hauptdimensionen von neu zu erbauenden Locomotiven, die eine bestimmte Leistung hervorbringen sollen.

(Nach Redtenbacher.)

Es sei:

O der Querschnitt eines Dampfcylinders,

d der Durchmesser „ „

l die Länge des Kolbenhubs,

l_1 Weg, den der Kolben bei Expansionsmaschinen zurücklegt, bis die Absperrung eintritt,

D der Durchmesser eines Triebrades,

F die Heizfläche des Kessels mit Einschluß des Feuerkastens,

S Dampfmenge in Kilogr., welche per 1 Secunde auf die beiden Kolben wirkt,
S′ wirkliche totale Verdampfung in Kilogr. und per 1 Secunde,
q das Gewicht der Locomotive in Tonnen à 1000 Kilogr.,
Q das Gewicht aller an die Locomotive angehängten Wagen sammt ihrer Belastung in Tonnen à 1000 Kilogr.,
α der Neigungswinkel der Bahn,
V die Geschwindigkeit des Wagenzugs per 1″,
v die mittlere Geschwindigkeit der Kolben,
p der Druck des Dampfes auf 1 Quadratmeter hinter dem Kolben.

Spannkraft des Dampfes in Atmosphären.	Werthe von p Kilogr.
2	20660
3	30990
3·5	36150
4	41320
4·5	46480
5	51650
5·5	56810

r der mittlere Gegendruck auf die Vorderflächen der Kolben in Kilogr. per 1 Quadratmeter. Unter r ist sowohl der atmosphärische Druck, als auch der Einfluß des Blasrohres zu verstehen.
m der Coefficient für den schädlichen Raum, d. h. das Verhältniß zwischen dem Volumen eines Dampfkanals mehr dem Volumen zwischen Deckel und Kolben, wenn letzterer am Ende des Hubes steht, zu dem Volumen, welches der Kolben bei einem Hub beschreibt, gewöhnlich 0·05.

Widerstandscoefficienten.

Jede Tonne der an dem Dampfwagen angehängten Last verursacht, mit Einschluß des Luftwiderstandes und bei gewöhnlicher Geschwindigkeit der Fahrt (10—12 Mtr. per 1″), einen Widerstand von ungefähr 5—6 Kilogr.

Jede Tonne von dem Gewicht der Locomotive verursacht mit Einschluß der Reibung der Maschinentheile einen Widerstand von ungefähr 10—12 Kilogr.

Die Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn sind:

a) wenn die Schienen trocken und staubig sind . . . $1/5$
b) wenn die Schienen etwas feucht sind . . . . . . $1/10$
c) wenn die Schienen naß oder beschneit sind . . . $1/15$.

Der Gegendruck auf die Vorderflächen der Kolben beträgt in der Regel $1\frac{1}{4}$ Atmosphären; es ist daher gewöhnlich $r = 12500$ Kilogr.

Für neu zu erbauende Locomotiven ist gegeben:

$$V,\ v,\ Q,\ q,\ \sin\alpha,\ p,\ r.$$

Die zu bestimmenden Größen sind:

$$\frac{D}{l},\ O,\ d,\ S,\ S',\ F.$$

Hierzu dienen folgende Gleichungen:

A. Locomotive mit Maschinen ohne Expansion.

$$\frac{D}{l} = \frac{2V}{\pi v}$$

$$O = \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{v} \cdot \frac{5Q + 10q + 1000 \sin \alpha (Q + q)}{p - r.}$$

$$d = \sqrt{\frac{4O}{\pi}}$$

$$S = 20 (1 + m) v (\alpha + \beta p) \text{ wobei}$$

$$\alpha = 0{,}1427$$

$$\beta = 0{,}0000\ 4729$$

$$S' = 1{,}4 \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 89}{V}} \cdot S$$

$$F = 81{,}5 \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 89}{V}} \cdot S = 58 S'$$

B. Locomotive mit expandirenden Maschinen.

$$\frac{D}{l} = \frac{2V}{\pi v}$$

$$O = \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{v} \cdot \frac{5Q + 10q + 1000 \sin \alpha (Q + q)}{\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)}$$

$$d = \sqrt{\frac{4O}{\pi}}$$

$$S = 20 \left(\frac{l_1}{l} + m\right) v \cdot \left(\alpha + \beta p\right); \; S' = 1 \cdot 4 \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 89}{V}} \cdot S;$$

$$F = 81{,}5 \sqrt[4]{\frac{8{,}89}{V}} \cdot S$$

$$\alpha = 0{,}1427, \; \beta = 0{,}00004729; \; \frac{\alpha}{\beta} = 3018$$

$$\text{für } \frac{l_1}{l} = \frac{3}{4} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5}$$

$$\text{ist } k = 0{,}958 \quad 0{,}846 \quad 0{,}685 \quad 0{,}568 \quad 0{,}535.$$

Größte Last, welche eine Locomotive fortzuschaffen vermag, ohne daß ein Gleiten der Trieb-Räder auf der Bahn eintritt.

Nennt man:

Q' die größte Last in Tonnen ausgedrückt;
q' die Last in Tonnen, welche auf den Trieb-Rädern liegt;
f den Coefficienten für die Reibung der Räder auf der Bahn, so ist

$$Q' = \frac{1000 f q' - q (10 + 1000 \sin \alpha)}{5 + 1000 \sin \alpha}.$$

Hat man die Heizfläche des Kessels und den Durchmesser des Dampfcylinders nach dem frühern berechnet, so findet man die übrigen wesentlichen Dimensionen einer Locomotive durch nachstehende Regeln. Es bedeutet in denselben:

F die totale Heizfläche des Kessels,
d den Durchmesser des Dampfcylinders,
D den Durchmesser eines Triebrades,
v die Geschwindigkeit eines Kolbens,
V die Geschwindigkeit der Locomotive in Metern und per 1″.

Der Kessel.

Oberfläche des Rostes		0,013 F
Heizfläche der Feuerbüchse		0,074 F
Anzahl der Röhren		$50 \sqrt[4]{F}$
Durchmesser einer Röhre im Lichten		$0{,}01 \sqrt[3]{F}$
Länge einer Röhre		$0{,}673\ F^{5/12}$
Summe der Querschnitte der Röhren im Lichten		0,087 F
Durchmesser des großen Kessels		$0{,}120 \sqrt{F}$
Blechdicke dieses Kessels		$0{,}0013 \sqrt{F}$
Blechdicke der Umhüllung der Feuerbüchse		$0{,}0014 \sqrt{F}$
Blechdicke der Feuerbüchse (Kupfer)	Decke	$0{,}0014 \sqrt{F}$
	Rückwand und Seitenwände	$0{,}0014 \sqrt{F}$
	Röhrenwand	$0{,}0024 \sqrt{F}$
Abstand der Wände der Feuerbüchse von den Wänden der Umhüllung		0,08 Mtr.
Querschnitt der Oeffnung eines Sicherheitsventils		0,0001 F
Größter Querschnitt der Oeffnung des Regulators		0,0002 F
Querschnitt des Dampfrohrs		0,0002 F
Mündung des Blasrohrs	größter Querschnitt	0,00017 F
	kleinster „	0,000033 F
Durchmesser des Kamins		$0{,}04 \sqrt{F}$
Durchmesser einer Pumpe		$0{,}0128 \sqrt{F}$
Kolbenhub einer Pumpe		$0{,}0137 \sqrt{F}$
Durchmesser der Saug- und Druckröhren		$0{,}0058 \sqrt{F}$

Die Maschine.

Durchmesser eines Dampfcylinders		$d = 0{,}0458 \sqrt{F}$
Kolbenhub		1,57 d
Länge einer Kurbelstange		3,84 d
Geschwindigkeit eines Kolbens		2,5 Mtr.
Dampfeinströmung	Breite	0,669 d
	Weite	0,084 d
Dampfausströmung	Breite	0,669 d
	Weite	0,163 d
Voreilungswinkel		30⁰

Schieber	Breite	0,82 d
	Länge	0,63 d
	Innere Ueberdeckung	0,0112 d
	Aeußere „	0,08 d
	Bewegung	0,305 d

Der Wagen.

Durchmesser der Triebräder $D = d \frac{V}{v}$

für $V = 6 \quad 8 \quad 10 \quad 12$ wird $\frac{D}{d} = 2{,}4 \quad 3{,}2. \quad 4 \quad 4{,}16$

Spurkränze	Breite	0,37 d
	Metalldicke	0,13 d

Federn bei gleichförmiger Vertheilung der Last	Länge	$0{,}128 \sqrt{F}$
	Breite	$0{,}011 \sqrt{F}$
	Höhe	$0{,}019 \sqrt{F}$

Gewicht der leeren Locomotive . . . . 0,3 F Tonnen à 1000 Kilogr.

§. 2.

Allgemeine Ableitung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit von Eisenbahnschienen für jede beliebige Querschnittsform. *)

Der allgemeine Ausdruck für das Widerstandsmoment eines Körpers ist nach §. 1 des Anhangs der allgemeinen Baukunde:

$$\frac{R_1}{v'} \int v^2 d w \pm C.$$

Dieser Ausdruck läßt sich auch unter Hinweisung auf die Fig. 5 a, Taf. XXXI. folgend schreiben:

$$\frac{R_1}{v'} \int x^2 y d x \pm C.$$

Liegt der Körper frei auf 2 Stützen, und ist l die Entfernung dieser Stützen, Q die in der Mitte des Körpers wirkende verticale Kraft, so hat man das Kraftmoment:

$$\frac{Q l}{4}$$

folglich ergibt sich die Gleichung:

$$\frac{Q l}{4} = \frac{R'}{v'} \int x^2 y d x \pm C.$$

Bedeutet aber G das Eigengewicht des Körpers, so ist die Constante $C = -\frac{G}{2}$ zu setzen, es ergibt sich daher die Gleichung:

$$Q = \frac{4 R'}{l} \left\{ \frac{1}{v'} \int x^2 y \, d x \right\} - \frac{G}{2} \quad \ldots (1)$$

*) Zeitschrift der österreichischen Ingenieurvereins. 1849.

R' ist eine aus Versuchen zu bestimmende Größe, welche wir in dem frühern Widerstandscoefficient genannt haben;

v' die Entfernung der am meisten ausgedehnten oder comprimirten Faser von der neutralen Achse;

$\int x^2 y dx$ das Trägheitsmoment des betreffenden Körpers, welches dem Querschnitt gemäß zu bestimmen ist.

Ueber die Anwendbarkeit des obigen Integrals wird kein Zweifel obwalten, sobald die Querschnittsfläche zur Begrenzung eine reguläre Kurve der zweiten Ordnung hat, z. B. ein Kreis oder eine Ellypse ist. Ist die Kurve ohne Gesetz gegen die Coordinatenachsen, wie die Fig. 6, Taf. XXXI., dann kann man entweder für die ganze Kurve eine einzige Gleichung von der Form $y = f(x)$ auffinden, oder für jeden einzelnen Theil bestimmen, und sonach die betreffenden Integralien zwischen den correspondirenden Grenzen summiren.

Wir wählen die letztere Methode. Theilt man z. B. die Kurve mnrst in 2 Theile mnr und rst, so wird für die erstere Kurve

$$y = \varphi(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

und für die zweite

$$y = \psi(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

werden.

Substituirt man für $x_1\ x_2\ x_3$ und $y_1\ y_2\ y_3$ in den beiden Funktionen dieselben numerischen Werthe, so wird für die Kurve mnr

bei

$$x_1 = 0 \quad y_1 = 3$$
$$x_2 = 2 \quad y_2 = 2$$
$$x_3 = 4 \quad y_3 = 3$$
$$x_4 = 5 \quad y_4 = 4$$
$$x \ = 6 \quad y_5 = 2$$

$$y = \varphi(x) = -31 + 14{,}5\,x - 1{\cdot}5\,x^2 + \ldots$$

und für rst

$$y = \psi(x) = 3 - x + 0{,}25\,x^2 + \ldots$$

und die entsprechenden Integrale von den beiden Kurven sind zu nehmen zwischen den Grenzen 0 und 4 dann 4 und 6, nämlich

$$\int_0^4 x^2 \varphi(x)\, dx \text{ und } \int_4^6 x^2\, \psi(x)\, dx.$$

Nachdem aber die Summe der beiden Integralen nichts anderes ist, als die Bestimmung für die ganze Kurve mnrst, so ist hier auch

$$\int_0^6 x^2 f(x)\, dx;$$

man wird demnach auf beide Arten zum gewünschten Ziele gelangen können.

Zur Bestimmung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit für einen Körper von beliebigem Querschnitt, in horizontaler Richtung dient gleichfalls die allgemeine Gleichung (1) und man hat ganz wie oben zu verfahren. Ein Beispiel diene zur Erläuterung. Dieselbe Querschnittsfläche, Fig. 7, ist auf dasselbe Coordinaten-

system vom gleichen Ursprung dergestalt bezogen, daß die x in y und entgegengesetzt übergehen. Da nun die gleichnamigen Werthe beibehalten werden, so wird

$$\begin{aligned} x_1 &= 3 \text{ wenn } y_1 = 0 \\ x_2 &= 2 \quad \text{„} \quad y_2 = 2 \\ x_3 &= 3 \quad \text{„} \quad y_3 = 4 \\ x_4 &= 4 \quad \text{„} \quad y_4 = 5 \\ x_5 &= 2 \quad \text{„} \quad y_5 = 6 \text{ ist} \end{aligned}$$

und die allgemeine Funktion

$$y = f(x) = a + bx + cx^2 + \ldots$$

wird für die gerade Linie Bm

$$y = y_5 = 6$$

für die Kurve mn

$$f'(x) = 5 + x - 0{,}25\, x^2 + \ldots$$

für die Kurve nrs

$$f''(x) = -5 + 45\, x - 0{,}5\, x^2 + \ldots$$

für die Kurve st

$$f'''(x) = \frac{33}{4} - \frac{31}{8}\, x + \frac{3}{8}\, x^2 + \ldots$$

wodurch sonach die Auflösung nach der allgemeinen Gleichung (1) für den Werth Q bestimmt werden kann, es ist demnach:

$$Q = \frac{4 R_1}{l}\left[\frac{1}{v'}\left\{\int_0^{x_5} x^2 y_5\, dx + \int_{x_5}^{x_4} x^2 f'(x)\, dx + \ldots \right.\right. \quad (2)$$

$$\left.\left. + \int_{x_4}^{x_2} x^2 f''(x)\, dx + \int_{x_2}^{x_1} x^2 f'''(x)\, dx \right\}\right] - \frac{G}{2}$$

wo $v' = x_4 = 4$ ist. Die zwischen den bestimmten Grenzen genommenen Integralen erhalten auch ihr gehöriges Zeichen für jene Integrale, welche abzuziehen sind, es gibt demnach die Gleichung (2) alle Fälle von selbst an.

Wir geben nun die Berechnung der Trag- oder Widerstandsfähigkeit der Wien-Gloggnitzer Eisenbahnschiene gegen den verticalen oder horizontal wirksamen Druck.

Bei dieser Schiene Fig. 8, wurde die Mittellinie az für die Berechnung des verticalen Drucks in dem Coordinatensystem als die Achse der x, und für die Berechnung des horizontalen Drucks als die Achse der y, dann die neutrale Achse der Schienen im Coordinatensystem für die erstere Berechnung als die Achse der y und für die 2te als die Achse der x angenommen.

Oesterreichisches Maß.
Für die Berechnung des Drucks in verticaler Richtung.

Abscissen und Ordinaten.						Bezeichnung der Kurven.	Gleichungen für die einzelnen Kurven.
x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3		
1,5	1,705	1,88	1,042	0,97	0,583	bc	$y = -10,974 + 15,368\,x - 4,904\,x^2$
1,176	1,336	1,5	0,835	1	1,042	cd	$y = -4,13 + 7,03\,x - 2,388\,x^2$
0,296	0,776	1,176	0,25	0,41	0,835	df	$y = 0,342 - 0,555\,x + 0,829\,x^2$
0	—	0,296	0,25	—	0,25	fx	$y = 0,25$
0	—	0,392	0,25	—	0,25	xe	$y = 0,25$
0·392	0,687	0,987	0,25	0,325	0,825	eh	$y = 0,789 - 2,310\,x + 2,376\,x^2$
0·987	1,033	1,08	0,825	1,362	1,9	hi	$y = -10,584 + 11,559\,x$
1,08	—	1,495	1,9	—	1,916	ik	$y = 1,858 + 0,039\,x.$

Daher:

$$Q = \frac{8\,R_1}{l}\left\{\frac{1}{1,88}\left[\int_{1,5}^{1,88}(-10,974 + 15,368\,x - 4,904\,x^2)\,x^2\,dx + \right.\right.$$

$$+ \int_{1,176}^{1,5}(-4,13 + 7,03\,x - 2,388\,x^2)\,x^2\,dx +$$

$$+ \int_{0,296}^{1,176}(0,342 - 0,555\,x + 0,829\,x^2)\,x^2 dx +$$

$$\left. + \int_{0}^{0,296} 0,25\,x^2 dx\right] + \frac{1}{1,495}\left[\int_{0}^{0,392} 0,25\,x^2 dx + \right.$$

$$+ \int_{0,392}^{0,987}(0,789 - 2,310\,x + 2,376\,x^2)\,x^2\,dx +$$

$$+ \int_{0,987}^{1,08}(-10,584 + 11,559\,x)\,x^2 dx +$$

$$\left.\left. + \int_{1,08}^{1,495}(1,858 + 0,039\,x)\,x^2 dx\right]\right\} - \frac{G}{2}$$

$$Q = \frac{8\,R_1}{l}\left\{\frac{1}{1,88}\begin{bmatrix}0,9979\\0,5762\\0,2906\\0,0022\\ \hline 1,8669\end{bmatrix} + \frac{1}{1,495}\begin{bmatrix}0,0052\\0,1430\\0,1368\\1,3245\\ \hline 1,6095\end{bmatrix}\right\} - \frac{G}{2}$$

$$Q = \frac{8\,R_1}{l}\,.\,2·0696 - \frac{G}{2}\;\ldots\;(3).$$

Die Berechnung des Drucks in horizontaler Richtung führt in gleicher Weise zu der Gleichung:

$$Q = \frac{8R_1}{l} \cdot 0{\cdot}7561 - \frac{G}{2} \ldots (4).$$

Die Werthe von R_1 sind je nach der Qualität des Eisens verschieden, und wechseln zwischen 15000 und 30000 Wiener Pfund für den □Zoll. Nehmen wir $R_1 = 20000$ Pfund, das Gewicht der Schiene von einem Fuß Länge in Pfunden = 15; die Entfernung der Stützpunkte in Wiener Zoll 30, so ergibt sich die Widerstandsfähigkeit der Schiene in verticaler Richtung:

Q = 11020 Pfund = 110,2 Centner

in horizontaler Richtung:

Q = 4010 Pfund = 40,1 Ctnr.

§. 3.

Grundzüge für die einheitliche Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands.

I. Planum und Oberbau.

1) Das Planum aller Eisenbahnen, welche nicht bloße Zweigbahnen bilden sollen, ist so anzuordnen, daß es für eine zweigeleisige Bahn eingerichtet werden kann.

2) Die Kronenbreite, in einer horizontalen Linie durch die Unterkante der Schienen gemessen, soll bis zum Durchschnittspunkt der Böschungslinien bei einer zweigeleisigen Bahn nicht weniger als 24′ 9″ (englisches Maß), bei einer eingeleisigen Bahn nicht weniger als 15′ 6″ betragen.

3) Das Längengefälle, welches die Bahnen nicht überschreiten soll, beträgt:
   im flachen Lande 1:200
   im Hügellande 1:100
   im Gebirge 1:40.

   Steilere Steigungen und Seilbetrieb sind nur unmittelbar vor solchen Endstationen und auf untergeordneten Zweigbahnen zu gestatten, von welchen voraussichtlich kein Anschluß an ein weiteres Eisenbahnnetz mit durchgehendem Verkehr zu erwarten ist.

4) Der Krümmungshalbmesser der Kurven soll in der Regel bei Bahnen:
   im flachen Lande nicht unter 3600 Fuß;
   im Hügellande nicht unter 2000 „
   betragen. Ausnahmsweise darf derselbe bis auf mindestens 1200′ beschränkt werden. Bei Gebirgsbahnen ist der geringste Halbmesser in der Regel 1200′, ausnahmsweise mindestens 600′. Contrekurven sind in der freien Bahn unzuläßig. Die gerade Strecke zwischen zwei entgegengesetzten Kurven soll in der Regel noch die Länge eines Bahnzuges erreichen, mindestens soll sie bei Bahnen im flachen und im Hügellande 1000′, bei Gebirgsbahnen 300′ lang sein.

5) Die Bahnhöfe sollen eine horizontale Strecke enthalten, welche im flachen und im Hügellande wenigstens 1200′, im Gebirge wenigstens 600′ lang ist. Im flachen und im Hügellande muß wenigstens ein Theil dieser Strecke eine gerade Linie von mindestens 600′ Länge enthalten.

6) Das Planum ist dergestalt trocken zu legen, daß das tiefste Eindringen des Frostes in die Erde nicht den höchsten Stand des Wassers erreicht. Wasserhaltender Untergrund in Einschnitten ist bis unter diese Tiefe auszudehnen und daselbst durch eine durchlassende Schicht mit genügendem Abflusse vom Untergrunde zu isoliren.
7) Die Sohle des Bettungsmaterials muß unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung nach den Seiten des Planums erhalten.
8) Auf Vermeidung der Schneeverwehungen und Schneeverschüttungen ist schon bei Anlage des Planums die sorgfältigste Rücksicht zu nehmen.
9) die Spurweite muß im Lichten 4′ 8½″ betragen. Es wird als dringendes Bedürfniß anerkannt, daß diejenigen deutschen Bahnen, welche dieses Maß nicht haben, dasselbe so bald als möglich erhalten.
10) Die Bahngeleise in der freien Bahn sollen vom Mittel zu Mittel nicht weniger als 11′ 4″ von einander entfernt sein.
11) Gegenstände, welche höher hinauf reichen, als die Sohle der Bahnwagen, sollen wenigstens 6′ 7″ vom Mittel des nächsten Bahngeleises entfernt sein. Gegenstände von geringerer Höhe als die Wagensohle, welche mehr als 1′ 3″ hoch über die Schienen ragen, sind mindestens 5′ 5″ vom Mittel des nächsten Geleises zu entfernen.
12) Die freie lichte Höhe über der ganzen Breite eines jeden Bahngeleises soll wenigstens 15′ 9″ über den Schienen betragen.
13) Die festen Theile des Ausgusses der Wasserkrahne sollen mindestens 8′ 3″ über der Oberkante der Schienen liegen.
14) die Schienen sollen aus geeignetem und unter Controle gewalzten Eisen bestehen, und in der Regel in Längen von nicht weniger als 18′ verwendet werden.
15) Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als 2¼″ breit sein und eine gewölbte Oberfläche haben, deren Halbmesser zwischen 5 und 7″ beträgt.
16) Die Höhe der Schienen soll nicht weniger als 4″ betragen.
17) Die größte Belastung, welche die Schienen durch ein Rad zu erleiden haben, soll 120 Cntr. nicht übersteigen.
18) Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein, und soll die Neigung $^1/_{20}$ der Höhe betragen.
19) Die Oberflächen der beiden Schienen eines Geleises sollen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen. In Kurven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden als die innere, daß die Schienenkante nicht von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.
20) In Kurven, welche mehr als 2000′ Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaßes ein; in engeren Kurven darf die Erweiterung bis höchstens ¾″ betragen.
21) Die Köpfe der Schienen sollen an den Stoßenden in einer zu der Achse der Schienen normalen Ebene abgeschnitten sein.

22) Die Befestigung der Schienen auf den Unterlagen soll sowohl durch Stühle, als bei breitbasigen Schienen durch unmittelbares Auflager stattfinden können.

23) Die Stoßverbindungen der beiden Schienen eines Geleises sollen einander normal gegenüber angeordnet werden.

24) Die Befestigung der Stoßverbindungen muß den erforderlichen Spielraum für Temperaturveränderungen gestatten.

25) Stoßverbindungen breitbasiger Schienen mit bloßen Hackennägeln oder Holzschrauben sind, selbst bei Anwendung von nicht übergreifenden Unterlagsplatten, in Hauptgeleisen unzuläßig.

26) Bei Stuhlschienen wird die Stoßverbindung mit Stühlen und einfachen Keilen für ausreichend erachtet.

27) Auch bei der Stoßverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von Laschen den einfachen Keilen vorzuziehen.

Unterlagen.

28) Die besten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniß schützt.

29) Das System der Querschwellen ist dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.

30) Bei Querschwellen sollen diejenigen unter den Stößen eine größere Grundfläche haben als die Mittelschwellen.

31) Die den Stoßschwellen zunächst liegenden Mittelschwellen sollen den ersteren so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.

32) Wo ausnahmsweise Langschwellen zur Anwendung kommen, sollen dieselben mindestens an den Stoßverbindungen dergestalt mit einander verbunden werden, daß ihre gegenseitige Entfernung sich nicht verändern kann.

33) Steinunterlagen sind bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo ihr Bettungsmaterial den gewachsenen Boden erreicht.

34) Auf Dämmen sollen bei ältern Bahnen die Steinunterlagen nur dann gelegt werden, wenn die Dämme wenigstens 5 Jahre lang befahren sind.

35) In Kurven von geringerem Halbmesser als 2500′ müssen die Steinunterlagen an den Stoßverbindungen, und mindestens einmal in der Mitte der Schienenlänge so miteinander verbunden sein, daß eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flachern Kurven und geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel die Neigung der Schienen erhalten, und an ihrer äußern Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden.

36) Zwischen den Steinunterlagen und den Schienen soll sich ein elastisches Mittel befinden, bei welchem auf eine genügende Dauer der Elasticität zu rechnen ist.

37) Das Bettungsmaterial soll sowohl unter den Schwellen als unter den Steinunterlagen wenigstens 8″ stark sein.

38) Das Bettungsmaterial soll eine solche Beschaffenheit haben, daß es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

Brücken.

39) Für Brücken soll, mit Ausnahme sehr schiefer Brücken, eine Wölbung von Steinen oder guten Ziegeln jeder Construction von anderm Material vorgezogen werden.

40) Hölzerne Brücken sind nicht zu gestatten.

41) Bei eisernen Brücken sollen die tragenden Theile der Brückenbahn aus gewalztem oder geschmiedetem Eisen bestehen. Die Anwendung von Gußeisen für dieselben ist nur dann statthaft, wenn auf gußeisernen Bogen eine feste Decke angebracht ist, über welcher die Unterlagsschwellen der Schienen auf einer wenigstens 6″ hohen Schicht von Bettungsmaterial ruhen.

Wegübergänge.

42) Bei Wegübergängen soll die Rinne für den Spurkranz $2^5/_8$″ breit und wenigstens $1^1/_2$″ tief sein. Ueber diese Tiefe darf am innern Rande der Schienen überhaupt kein Constructionstheil hervorragen.

43) Diese Rinne ist so zu construiren, daß die übergehenden Zugthiere sich nicht mit einem Theile ihrer Hufe darin festklemmen können.

44) Bei Chausséen und befestigten Communalwegen ist der Wegübergang in einer solchen Breite horizontal anzulegen, daß die Fuhrwerke vollständig horizontal stehen, bevor die Zugthiere an der Deichsel die Schiene erreichen.

45) Auch das Pflaster zwischen den Schienen muß nach der Breite horizontal und ohne alle Wölbung ausgeführt werden.

46) Außer bei Wegübergängen und in Bahnhöfen ist die Anbringung von Streich- oder Sicherheitsschienen unstatthaft.

47) Die Bahn ist nach den landesüblichen Meilen dergestalt mit Abtheilungszeichen zu versehen, daß 100 Abtheilungen auf 1 Meile kommen.

48) Jeder Wechsel des Gefälls der Bahn ist durch einen Neigungszeiger zu bezeichnen.

II. Bahnhofsanlagen.

Endstationen.

49) Bei Endstationen sind die Anlagen für die Beförderung der Personen von denen für die Güter zu sondern.

Beide erhalten getrennte Auf- und Abfahrten. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die Uebersicht über das Ganze nicht verloren gehe, und das Ordnen gemischter Züge ohne großen Zeit- und Kraftaufwand erfolgen kann.

Personenstationshallen.

50) Für die Ankunft und Abfahrt der Personenzüge sind bedeckte Hallen die beste Einrichtung. Es müssen darin ankommende und abgehende Züge zuleich auf verschiedenen Seiten Platz finden.

In der Halle sind mindestens 3, besser 4—5 Geleise anzulegen, damit Reservewagen oder geordnete Züge zum Abgange bereit gestellt werden können.

51) Im Empfangsgebäude sind folgende Räume erforderlich: Eine geräumige Vorhalle, welche gegen die Straße abgeschlossen werden kann, in Verbindung mit der Billet- und Gepäck-Expedition, der Post und wenigstens zwei Wartsälen mit Restauration. Ferner ein Bureau für den Bahnhofsvorsteher, ein Telegraphenzimmer und Stube für die Schaffner.

Die Wartsäle und die Gepäcks-Expedition müssen mit der Wagenhalle in directer Verbindung stehen. Im Gebäude selbst oder in directem bedachtem Zusammenhange mit demselben sind Retiraden anzulegen.

Perrons.

52) Auf beiden Seiten der Halle sind Perrons von mindestens 18′ Breite anzulegen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 4′ von der Kante des Perrons abstehen. An die Seite der Halle für ankommende Züge schließt sich die Gepäckausgabe und nöthigenfalls eine Zollablieferung. Auch auf dieser Seite sind bedeckte Retiraden nöthig. Das Einsteigen in Droschken, Omnibus und Equipagen soll unter Dach stattfinden können.

53) Nächst den Hallen verdienen verdeckte Perrons mit dazwischen liegenden offenen Geleisen, in Verbindung mit der vorstehenden Einrichtung, den Vorzug vor andern Anordnungen.

54) Die Mittellinie zwischen beiden Perrons muß in der Richtung der Hauptbahn liegen.

Wagenschuppen.

55) Die Schuppen für Personenwagen müssen hell und so eingerichtet sein, daß das Ordnen eines Zugs leicht und schnell, ohne Anwendung von Locomotiven und ohne daß die Wagen durch mehrere Weichen hin- und hergeschoben werden, erfolgen kann.

56) Die Entfernung der Geleise in den Schuppen soll nicht unter 14½ Fuß betragen, und ein Theil derselben mit Senkgruben versehen sein.

57) Die Weite der Thore soll nicht unter 11′, die Höhe derselben nicht unter 13′ sein.

Güterschuppen.

58) Wo meistens bedeckte Güterwägen im Gebrauch sind, ist für den Güterschuppen der End- oder Hauptstation die Form der Hallen mit drei bedeckten Geleisen in der Mitte und den erhöhten Lagerräumen an beiden langen Seiten des Gebäudes die zweckmäßigste. Auf beiden Seiten müssen Anfahrten für das Frachtfuhrwerk und Ladethore unter weit vortretenden Dächern liegen.

59) Die nächste zweckmäßigste Form für Güterschuppen, namentlich auf Zwischenstationen, ist ein langes Gebäude mit einem Fußboden von der

Höhe der Böden der beladenen Wagen, mit Ladethoren an beiden langen Seiten und mit vortretenden Dächern. Auf einer Seite liegt das Bahngeleise, auf der andern die Anfahrt.

Zur Trennung der ankommenden von den abgehenden Gütern sind entweder zwei solcher Schuppen zu erbauen, oder das Gebäude muß durch einen Zwischengiebel getheilt sein.

60) Außerdem ist an einem offenen Ladeperron ein Krahn für schwere Stücke erforderlich. Auch an einigen Ladethoren der Güterschuppen sind Krahne zweckmäßig. Transportable eiserne Krahnen auf Rädern sind zu empfehlen.

61) Für offene Güterwagen verdienen Schuppen den Vorzug, in deren Mitte sich nach der Länge ein Ladeperron mit Krahnen befindet, mittelst welcher die Güter von den auf der einen Seite des Perrons im Gebäude haltenden Frachtwagen auf die an der andern Seite stehenden Eisenbahnwagen, und umgekehrt, sehr schnell übergeladen werden können.

62) Der Güterschuppen muß heizbare Zimmer für die Güterexpedition und eine Stube für die Arbeiter enthalten.

Locomotivschuppen.

63) Die geheizten Locomotiven müssen von den nicht diensthuenden getrennt stehen. Jede Maschine soll so viel Raum erhalten, daß man bequem an allen Seiten arbeiten kann. Deßhalb ist auch viel Licht, namentlich von den langen Seiten nothwendig. Große Fenster müssen aus diesem Grunde bis nahe an den Fußboden reichen. Zwischen den Schienen sind Senkgruben von 2½ bis 3½′ Tiefe mit Trittstufen an beiden Enden erforderlich, welche durch unterirdische Kanäle entwässert werden.

64) Mindestens zu zwei hintereinander stehenden Locomotiven gehört ein besonderes Auffahrtsthor von mindestens 15′ 9″ Höhe und 11′ Breite.

65) Vor den Auffahrtsthoren der diensthuenden Maschinen sind gut entwässerte Löschkanäle anzulegen.

66) Im Schuppen soll eine Röhrenleitung liegen, welche durch einen Schlauch mit jeder Maschine in Verbindung gebracht werden kann. Ein mit Vorwärmer versehener Wasserbehälter in mindestens 17′ Höhe über dem Fußboden, soll mit der Röhrenleitung in Verbindung stehen.

Wasserkrahne sind im Innern des Gebäudes an den Pfeilern zwischen je zwei Thoren, oder außen am Gebäude anzubringen.

67) Hölzerne Theile des Daches sollen mindestens 19′ hoch über den Schienen liegen.

68) Die außer den Cokskörben zur Erwärmung der Schuppen dienenden eisernen Oefen sind mit Vortheil in den Senkgruben anzubringen. Eiserne Röhren von beiläufig 20′ Länge führen innerhalb der Grube nach einem Blechschornstein, der zur Seite des Geleises steht.

69) Für die Abführung des Rauchs und Dampfes ist durch Röhren, Klappen oder bewegliche Fenster im Dachfirst zu sorgen.

70) Steht der Locomotivschuppen nicht in der Nähe einer Reparaturwerkstätte, so ist eine Schmiede- oder Schlosserwerkstätte mit ihm zu verbinden.

71) Eine Stube für die Locomotivführer und Heizer, ein Zimmer oder eine Wohnung für den Werkführer, sowie ein Raum für Eisen, Oel und Putzzeug sind dabei erforderlich.

72) Die Vorwärmer können als Dampfkessel zum Betrieb einer Dampfpumpe oder auch zum Erwärmen der Führerstube mit benutzt werden.

Wasserstationen.

73) Außer der Wasserstation am Locomotivschuppen ist noch eine zweite und mindestens noch ein zweiter Brunnen nebst Reservepumpe erforderlich.

74) Die Wasserleitungsröhren sollen mindestens 6″ lichten Durchmesser haben.

75) Aus den Ausgußröhren muß das Wasser vollständig abgelassen werden können.

Brennmaterialschuppen.

76) Die zweite Wasserstation ist mit einem Schuppen für Brennmaterial zu verbinden, welcher entweder einen erhöhten Fußboden, oder an dem Ladethor eine Bühne erhält.

Materialmagazin.

77) Zur Aufbewahrung der zum Betrieb nöthigen Materialien und Utensilien ist ein Magazin mit einem entsprechenden Büreau für die Materialienverwaltung erforderlich.

Hauptstationen.

78) Hauptstationen in der Bahn mit einem starken Verkehr erhalten an beiden Enden offene Hallen, und sind im Uebrigen wie die Endstationen zu behandeln.

Reparaturwerkstatt.

79) Die Hauptreparaturwerkstatt ist von solchem Umfange einzurichten, und mit solchen Werkzeugen auszustatten, daß mindestens die gewöhnlichen Reparaturen an den Maschinen und Wagen ausgeführt werden können.

Es sind darin Vorrichtungen erforderlich, um Triebräder leicht ein- und ausbringen zu können.

Drehscheibe und Plattform.

80) Auf allen bedeutenden Locomotive-Stationen sind mindestens zwei Drehscheiben nöthig. Die eine derselben muß eine solche Größe haben, daß Locomotive und Tender darauf gedreht werden können. Die kleinere muß das Drehen einer Locomotive gestatten und mindestens 24′ Durchmesser haben.

81) Die Hauptträger der Drehscheiben sollen von Schmiedeisen construirt sein.

82) Drehkurven werden nicht befürwortet.

83) Schiebebühnen für Locomotiven sollen aus Schmiedeisen construirt sein. Hölzerne sind zugelassen. Gruben dürfen nicht über 18″ tief sein.

84) In durchgehenden Geleisen sind Drehscheiben und Schiebebühnen unzuläßig.

Brückenwaage.

85) Auf jeder Haupt- und Endstation ist eine Brückenwaage erforderlich, auf welcher sowohl Eisenbahnwagen als auch Frachtfuhrwerke bequem gewogen werden können.

Anschlußstationen.

86) Treffen zwei Bahnen verschiedener Verwaltungen an ihren Endpunkten zusammen, so sind, wenn eine vollständige Vereinigung in einem Bahnhofe zuläßig ist, die Bahnhöfe unmittelbar nebeneinander und in gleichem Niveau anzulegen.

Zwischen beiden, besonders zwischen den Güterstationen, sind bequeme Schienenverbindungen herzustellen. Eine Abweichung hiervon widerstreitet der Bestimmung der Eisenbahnen.

87) Am Abgangspunkt von Zweigbahnen ist ein gemeinschaftlicher Bahnhof durchaus erforderlich, derselbe ist so einzurichten, daß das Empfangsgebäude sich zwischen beiden Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer Verbindung stehen.

Die Bedachung der Perrons oder die Erbauung von Hallen daselbst wird dringend empfohlen.

Zwischenstationen.

88) Zwischenstationen sollen 3 Bedingungen erfüllen:

a) Züge, welche in entgegengesetzter Richtung fahren, müssen einander mit Sicherheit ausweichen können.

b) Züge, welche nicht anhalten (Schnellzüge), sollen ohne Gefahr den Bahnhof mit einer Geschwindigkeit von 20′ durchfahren können.

c) Züge dürfen nie unnöthig durch Ausweichkurven fahren. Diese Bedingungen sind vollständig bei doppelgeleisigen Bahnen zu erfüllen.

Auch bei eingeleisigen Bahnen sollen Ausweichungskurven nur beim Kreuzen mit einem andern Zuge und auch dann nur von dem einen der beiden Züge durchfahren werden. Die Zwischenstationen sind deßhalb so anzuordnen, als ob die Bahn 2 Geleise hätte.

89) Wo sehr lange Züge einander kreuzen, können die Ausweichungen auch außer den Stationen liegen.

90) Jeder Zwischenbahnhof erhält außer den beiden Hauptgeleisen mindestens noch einen dritten Strang.

91) Die beiden Hauptgeleise werden von 2 niedrigen Perrons eingeschlossen, von denen der eine zwischen dem zweiten und dritten Strange liegt, während an dem andern das Empfangsgebäude mit den Wartzimmern und Expeditionslokalen steht.

92) Die nach dem Locomotive-, Wagen- und Güterschuppen, der Equipagen- und Viehrampe führenden Weichen befinden sich in der Regel am dritten Strange.

93) Die Wasserstationen sind so entfernt von einander anzulegen, als es die Länge des Bahuhofs gestattet.

94) Die Senkgrube zum Reinigen der Roste ist in den Hauptgeleisen so anzulegen, daß diese Arbeit erfolgen kann, während die Maschine Wasser und Brennmaterial einnimmt.

95) Das Betreten der Schienen im Bahnhofe ist bei haltenden Zügen ohne Gefahr.

96) Hohe Perrons, Anfahren zweier Züge auf der Kreuzstation an einem und demselben Perron, und sogenannte Kreuzweichen sind möglichst auszuschließen.

97) Die Höhe der Perrons darf nicht über 18″ betragen, um die Achsen schmieren und nachsehen zu können.

98) Haben die Wagen gut angeordnete Tritte, so können auf kleinen Stationen und Haltstellen die Perrons fortbleiben.

99) Die Bahnhofsuhr größerer Zwischenstationen muß vom Zugange zum Bahnhofe und von den haltenden Zügen aus sichtbar sein.

100) Der Name der Station ist mit großen deutlichen Buchstaben an der Perronseite des Empfangsgebäudes anzugeben.

Rampen.

101) Die an einem Nebenstrange liegende Equipagen- und Viehrampe ist mit einer Neigung von höchstens $1/_{12}$ und so anzulegen, daß der Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden kann. Die Wagenpuffer finden in Nischen Platz und der Wagen läßt sich an einem in der Rampenwand befindlichen Hacken befestigen.

Feuerspritze.

102) In jedem Bahnhofe ist für einen Raum zur sicheren Aufbewahrung einer Feuerspritze zu sorgen.

Aborte.

103) Da wo die Züge halten, sind in Verbindung mit den Perrons Aborte anzuordnen, die nach jedem Zuge gereinigt werden müssen.

Entwässerung.

104) Die Entwässerung der horizontalen Bahnhöfe ist gründlich nur durch unterirdische Kanäle zu erreichen.

Einfriedigung.

105) Die Einfriedigung der Bahnhöfe ist, namentlich in der Nähe größerer Städte, dringendes Bedürfniß, sie kann in Mauern, Gittern, Zäunen, Barrièren und in Gräben mit lebendigen Hecken bestehen.

Außerdem ist bei offenen Perrons ein Abschluß nach der Straße hin nothwendig, um das Publikum von den Wagen abhalten zu können.

Weichen.

106) Ausweichungen sollen in allen Geleisen, wo ganze Züge durchgehen, mit Radien von mindestens 600′ angelegt werden. Zwischen den beiden Gegenkrümmungen soll eine gerade Linie von mindestens 12′ liegen.

107) Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstrangs kann bei den Ausweichungskurven unterbleiben.

108) Für Ausweichungen, welche von ganzen Zügen befahren werden, sind sog. selbstthätige Weichen besonders zweckmäßig. Dieselben müssen jedoch unter specieller Aufsicht stehen.

109) Als die beste Constructionsart dieser Weichen werden solche mit beweglichen Zungen bezeichnet. Es sollen jedoch die Zungen nicht gleich lang sein, und der langen Zunge gegenüber soll sich eine feste Zwangsschiene befinden.

110) Einfallhacken bei selbstwirkenden Weichen sind unzuläßig.

111) Ausweichungen mit beweglichen Leitschienen sollen in Geleisen für durchgehende Züge nicht vorkommen.

112) Ausweichungen für 3 Schienenstränge sind in Hauptgeleisen zu vermeiden.

113) Selbstthätige Weichen sollen bei doppelspurigen Bahnen stets auf den Hauptstrang, welchen der fahrplanmäße Zug fährt, gestellt sein und nur geöffnet werden, wenn ein Nebenstrang befahren werden soll.

114) Bei einspurigen Bahnen stehen die Weichen auf einer Station, wo fahrplanmäßige Züge kreuzen, immer nach rechts offen, so daß die Züge richtig und sicher einfahren, ohne daß die Weichen gestellt werden. Findet keine fahrplanmäßige Kreuzung statt, so sollen alle Weichen im Hauptstrange auf diesen gestellt sein.

III. Locomotiven.

Lage der Cylinder.

115) Locomotiven mit außenliegenden horizontalen Cylindern und geraden Achsen sind nach dem jetzigen Stande des Locomotivbaues am vortheilhaftesten, weil die mit innenliegenden Cylindern in Verbindung stehenden kostspieligern Krummachsen nach längerem Gebrauche dem Brechen mehr ausgesetzt sind, als gerade Achsen, auch die Räumlichkeit unter der Maschine bei innenliegenden Cylindern sehr beengt ist und Reparaturen erschwert werden.

116) Dagegen ist nicht zu verkennen, daß Locomotiven mit Krummachsen sich durch ruhigeren Gang auszeichnen, was bei Locomotiven mit außenliegenden Cylindern nur unvollkommen durch Gegengewichte erreicht werden kann; ebenso kommen bei Maschinen dieser Gattung durch die äußere Lage der Cylinder Reparaturen vor, die bei der Anordnung innerer Cylinder seltener sind.

117) Würde die Fabrikation der Krummachsen zu einer solchen Vollkommenheit gebracht werden, daß ihr Brechen nicht früher zu erwarten wäre, als bei

geraden Achsen, so würde den Locomotiven mit innern Cylindern der Vorzug zu geben sein.

Kessellänge und Radstand.

118) Nach den bisherigen Erfahrungen ist es bei gleicher Heizfläche in Beziehung auf Brennmaterialverbrauch gleichgültig, ob lange oder kurze Kessel angewendet werden. Die Verbrauchsdifferenzen bei gleichkräftigen Maschinen sind unbedeutend, und kommen zu Gunsten der einen wie der andern Art von Kesseln vor, wie denn solche Unterschiede auch bei ganz gleich construirten Maschinen vorkommen, und sowohl in der Beschaffenheit der Maschinerie als in der Handhabung der Maschine ihren Grund haben.

119) Lange Kessel mit einem Radstand von höchstens 11′ möchten da anzuwenden sein, wo scharfe Kurven bis zu 1000′ Rad. vorkommen, weil dann die Achsen zwischen dem Feuerkasten und der Rauchkammer Platz haben. Ein geringerer Radstand als 10′ sollte indeß bei solchen Maschinen nie genommen werden.

120) Bei Maschinen mit kurzem Kessel darf der letztere nicht unter 9′ Länge haben. Die Hinterachse erhält dann ihre Stellung hinter dem Feuerkasten. Der dadurch bedingte Radstand von mindestens 12′ ist aber nur für Kurven über 1500′ Rad. zuläßig.

121) Ein größerer Radstand als 12′ ist bei festen Achsen überhaupt nicht zu empfehlen.

122) Locomotiven mit festen Achsen sind am vortheilhaftesten. Dieselben müssen sechsrädrig und sämmtliche Räder mit Spurkränzen versehen sein.

123) Wo in der freien Bahn Kurven unter 1000′ Rad. vorkommen, ist die Anwendung von beweglichen Vordergestellen zuläßig.

124) Maschinen mit drehbarem Vordergestelle sollen 8 Räder, und die eine der festen Hinterachsen ihren Platz hinter dem Feuerkasten haben. Das drehbare Vordergestell ist möglichst weit nach vorn zu stellen, jedoch so, daß die Räder nicht über die Rauchkammer hinausreichen. Die Cylinder erhalten dabei eine schiefe Lage.

125) Der Drehbolzen des beweglichen Vordergestells muß mindestens 3″ vor der Mitte desselben angebracht sein.

126) Auch bei achträdrigen Locomotiven müssen alle Räder Spurkränze haben.

127) Wenn bei sechsrädrigen Locomotiven die Mittelachse den Kessel direct und ohne Balançier unterstützt, so muß dieselbe mindestens 6″ hinter dem Schwerpunkt liegen, damit die Vorderachse angemessen belastet bleibe.

128) Die Vertheilung der Last auf die 3 Achsen der Maschine ist am zweckmäßigsten, wenn die Hinterachse einen Theil, die Vorderachse zwei Theile und die Mittelachse drei Theile des Totalgewichts als Belastung erhält.

129) Die Räder der Locomotiven sollen außer der Nabe aus dem besten Schmiedeeisen bestehen. Wenn durch die Construction nicht schon ein fester Unterreif gebildet wird, wie bei den Rädern aus T-Eisen, so ist ein besonderer Unterreif von mindestens $\frac{7}{8}$″ Dicke und $4\frac{1}{2}$″ Breite erforderlich.

130) Der Spielraum für die Spurkränze ist wie bei den Wagenrädern (178). Nur bei sechsrädrigen gekuppelten Maschinen darf der Gesammtspielraum bei den Mittelrädern, bei übrigens gleichem lichtem Abstande zwischen den Rädern, 1 ½″ betragen.

131) Locomotiven für Lastzüge, die mit einer Geschwindigkeit von 3 deutschen Meilen in der Zeitstunde fahren, erhalten gekuppelte Triebräder von mindestens 4′ Durchmesser.

Locomotiven für Personen- und gemischte Züge, welche 5 ½ bis 6 Meilen in der Zeitstunde zurücklegen, erhalten Triebräder von 5′ Durchmesser.

132) Für Schnellzüge sind Maschinen mit ungekuppelten Triebrädern von 5 ½ bis 6′ Durchmesser mit höchstens 22″ Kolbenhub, die besten.

133) Die Laufräder der Maschinen sollen nicht unter 3′ Durchmesser haben.

Kessel.

134) Der Kessel der Locomotiven soll so viel als thunlich niedrig gelegt werden.

135) Die vortheilhafteste Dampfspannung im Kessel ist 70—90 Pfund Ueberdruck pro □″.

Die Kesselwände dürfen bei einer mit siedend heißem Wasser bis zu dem 1 ½fachen zuläßigen Druck vorzunehmenden Probe ihre Form an keiner Stelle bleibend verändern.

136) Wenn irgend ein Theil des Kessels seine ursprüngliche Form nach Aufhebung jenes Druckes nicht wieder annimmt, ist der Kessel in diesem Zustande für den Dienst unzuläßig.

137) Die Probe wird immer bei ganz entblößtem Kessel vorgenommen, und soll wiederholt werden, wenn Kessel das erste Mal 10,000 Meilen, später wenn sie höchstens 5400 Meilen zurückgelegt haben.

138) Bei jeder Probe sind gleichzeitig die Federwaagen zu prüfen.

139) Jede Locomotive soll mindestens mit zwei Sicherheitsventilen versehen sein.

140) Die Sicherheitsventile sollen mit Federwaagen, die an Hebeln befestigt sind, belastet sein. Die Federwaagen müssen den Ueberdruck in Pfunden pro □″ angeben und so eingerichtet sein, daß den Ventilen eine verticale Bewegung von ⅛″ möglich ist.

141) Jede Locomotive soll für veränderliche Expansion eingerichtet sein.

142) Um während der Fahrt die Veränderung der Dampfspannung im Kessel beobachten zu können, soll ein möglichst vollkommenes Manometer an jeder Locomotive angebracht werden.

143) Der Kessel soll einen Wasserstandszeiger mit Glasröhre und außerdem 3 Probirhahnen haben, von welchen der unterste 4″ über dem höchsten Theil des Feuerkastens steht.

144) Am Kessel ist eine ausreichend große Dampfpumpe anzubringen.

145) Jede Maschine soll mit zwei Wärmeröhren versehen sein, welche mit den nach dem Tender führenden Saugröhren der Pumpen in Verbindung stehen.

146) Jede Maschine soll mit einer kräftigen Dampfpfeife versehen sein.

147) Unter dem Feuerkasten muß sich ein Aschkasten befinden, dessen Vorderseite mit einer beweglichen Klappe versehen ist, welche vom Führer geöffnet und geschlossen werden kann.

148) Je nach der Beschaffenheit des Brennmaterials soll der Schornstein der Maschine entweder ganz frei, oder mit einem bewährten Funkenfänger versehen sein.

Für leichtes Brennmaterial, als Holz, Torf und Braunkohlen, ist der Funkenfänger von Klein besonders zu empfehlen.

149) An dem vorderen Rahmstück der Locomotive müssen zwei elastische Puffer und in der Mitte desselben eine starke Zugkette mit Hacken angebracht sein.

150) Zur Verbindung der Maschine mit dem Tender sind außer einer starken Kuppelstange unter dem Führerstande noch zwei Reservekettenerforderlich, welche erst in Anspruch genommen werden, wenn sich die Hauptverbindung lösen sollte.

151) An jeder Locomotive sollen vor den Vorderrädern kräftige Bahnräumer angebracht sein, welche genau über den Schienen stehen, und von denselben 2—2½″ entfernt sind.

152) An der Stirnseite jeder Maschine müssen Stützen zur Anbringung von mindestens 2 Laternen vorhanden sein.

153) Die Breite der Maschine soll an keiner Stelle mehr als 9′ betragen.

154) Der Schornstein soll, von der Oberkante der Schienen gemessen, nicht über 15′ hoch sein.

Tender.

155) Alle Tender sollen 6 Räder haben und die Wasserbehälter mit den Untergestellen so verbunden sein, daß eine Trennung beider, selbst durch heftigen Stoß, nicht erfolgen kann.

156) Der Radstand der Tender soll 12′ nicht übersteigen.

157) Die Räder sollen nicht unter 3′ Durchmesser haben und sind sämmtlich mit Spurkränzen zu versehen.

158) Die Tenderräder sollen wie Locomotivräder construirt und jedenfalls stärker als Wagenräder sein.

159) Die Tenderachsen aus bestem Bündeleisen sollen in der Nabe mindestens 4½″, in der Mitte mindestens 3¾″ stark sein.

160) Die Tender sollen mit kräftigen Bremsen versehen sein, welche alle drei Achsen zum Stillstande zu bringen geeignet sind.

161) Der Wasserbehälter soll mindestens 130 Kubikfuß Inhalt haben.

162) Das Vorderende des Tenders ist mit kleinen elastischen Stoßapparaten zu versehen, welche sich gegen den Rahmen der Maschine stemmen und die Kuppelung spannen.

163) Das hintere Ende des Tenders ist mit elastischen Stahl- oder Gummi-Puffern und der Hacken mit einer Zugfeder zu versehen.

164) Die Puffer sollen die Stellung und die Maße der Wagenpuffer haben.
165) Jeder Tender soll am hintern Ende mit einem festen Werkzeugkasten versehen sein.
166) An der Hinterwand des Tenders sollen sich Laternenstützen befinden, um die vorn an der Maschine befindlichen Laternen hierher versetzen zu können.
167) Zur Anhängung von Feuereimern sollen am hintern Ende des Tenders Hacken angebracht werden.
168) Die größte Breite des Tenders soll 8′ 7″, die größte Höhe des Wasserbehälters über den Schienen 7′ 9″ betragen.
169) Für alle Schrauben an den Locomotiven, Tendern und Wagen muß das Whitworth'sche Gewinde zur Anwendung kommen.
170) Die geringste noch zuläßige Dicke der Radreifen bei Locomotiven und Tendern ist $^7/_8$″.

IV. Wagen.

171) Die größte Entfernung der Achsen unter einem Wagen soll, wenn die Achsbüchsen in festen Achshaltern stehen, die Federn ohne alle Gelenke sind und sich direct unter den Rahmen stützen, nicht mehr als 18′ betragen.
172) Wenn die Mittelachse eine seitliche Verschiebung gegen die Endachsen, von $^3/_4$″ nach jeder Seite, gestattet, so ist ein Radstand von 22′ 9′ noch zuläßig.
173) Die Räder an einer Achse müssen in unverrückbarer Lage gegeneinander festgekeilt sein.
174) Die Radreifen müssen eine konische Form von mindestens $^1/_{20}$ Neigung haben.
175) Die Radreifen, vom besten gewalzten Schmiedeeisen, sollen eine Breite von mindestens 4 $^7/_8$″ oder höchstens 6″ haben.
176) Die geringste noch zuläßige Stärke abgenutzter Radreifen ist für Wagenräder $^3/_4$″, und zwar an der Stelle gemessen, wo das Mittel vom Angriff der Bahnschiene den Radreif berührt.
177) Für Radreifen im normalen Zustande ist ein gesammter Spielraum von $^3/_8$ bis höchstens 1″ zuläßig.
178) Die Spurkränze dürfen sich nie weiter als bis auf 1 $^1/_4$″ Gesammtspielraum ablaufen. Der Spielraum wird, nach der Gesammtverschiebung der Achse, an dieser gemessen.
179) Räder mit ganz oder theilweise angesetztem Spurkranze sind unzuläßig.
180) Die Räder, bei welchen die gewalzten Speichen mit den Felgen aus zusammenhängenden Stücken bestehen, und die hölzernen Blockräder haben alle übrigen Constructionen verdrängt; über den Vorzug der einen oder andern liegen noch keine hinlänglichen Erfahrungen vor.

Gußeiserne Räder werden nicht für zuläßig erachtet; gute amerikanische Schalgußräder machen hiervon bei Wagen und reinen Güterzügen eine Ausnahme.

181) Der Durchmesser der Wagenräder soll mindestens 3′ und höchstens 3 1/2′ betragen.
182) Bei Eisenbahnwagen sind Bündelachsen vom besten Eisen als sicher anzunehmen, deren Durchmesser in der Radnabe mindestens 4″, in der Mitte der Achse mindestens 3 5/8″ beträgt.
183) Ueber das Maß der erforderlichen Stärke von Stahlachsen liegen noch keine Erfahrungen vor.
184) Als zweckmäßige Länge der Achsen, von Mitte zu Mitte der Schenkel, ist das Maß von 6′ 5″ anzunehmen.
185) Die Stärke der Achsschenkel soll bei neuen Achsen 2 5/8″ betragen. Achsschenkel unter 2″ Stärke sind unzuläßig.
186) Die Länge der Achsschenkel soll 5″ betragen.
187) Als größte Bruttobelastung für eine Wagenachse sind 90 Centner anzunehmen.
188) Für Federn zu Eisenbahnwagen ist sowohl Stahl als Gummi zuläßig. Das Spiel der Federn zwischen beladenen und unbeladenen Wagen soll mindestens 2″ und höchstens 4″ betragen.
189) Als bestwirkende Bremsen sind die Schraubenbremsen zu betrachten, deren Bremsklötze beide Räder einer Achse an den 4 Seiten horizontal drücken.
190) Die Hebelverbindung ist so zu wählen, daß bei einem belasteten Wagen die Räder zum Stillstande gebracht werden können.
191) Die Bremskurbeln müssen beim Festbremsen nach gleicher Richtung und zwar rechts gedreht werden.
192) Die Achslagerbüchsen in der bekannten Construction, mit oben befindlichem Schmierbehälter, sind als die besten zu betrachten. Ueber die vortheilhafteste Einrichtung der Schmiervorrichtung hat die Erfahrung noch nicht entschieden.
193) Die allgemeine Einrichtung einer flüssigen Schmiere wird als höchst wünschenswerth erachtet.
194) Die Untergestelle aller Wagen müssen mit kräftigen Verstrebungen so construirt sein, daß der Rahmen ohne gewaltsame Einwirkungen nicht aus seiner rechtwinklichen Form verschoben werden kann.
195) An den beiden Stirnseiten der Untergestelle sind bei allen Wagen vollständige Zug- und Stoßapparate mit Stahl- oder Gummifedern anzubringen.
196) Alle Wagen müssen außer dem Zugapparat an jeder Stirnseite zwei Nothketten haben.
197) Die normale Höhe des Mittelpunkts der Puffer über den Schienen wird auf 3′ 5″ festgesetzt.

Bei leeren Wagen ist ein Spielraum von 1″ über jener Höhe und für beladene Wagen von 4″ unter derselben gestattet.

198) Die horizontale Entfernung von Puffermitte zu Puffermitte soll 5′ 9″ betragen.

199) Der Abstand der vorderen Pufferfläche von der Kopfschwelle des Wagens soll bei völlig eingedrückten oder festen Puffern mindestens 14 ½ Zoll, und der Durchmesser der Puffer 14 Zoll betragen; auch soll an jeder Seite des Wagens die Stoßfläche des einen Puffers eben, die des andern convex sein, und zwar so, daß vom Wagen ab gesehen, die Scheibe des linken Puffers eben und die rechte rund ist.

200) Die horizontale Entfernung der Nothketten soll 3′ 6″ sein.

201) Nothketten, Zughacken und Puffer sollen in einer geraden Linie liegen.

202) Die Kuppelung geschieht bei Personen-, Post- und Gepäckwagen immer mit Patentketten, Güterwagen können mit Patentketten und mit einfachen Gliederketten gekuppelt werden, jedoch sollen im letzteren Falle alle Güterwagen an jedem Ende eine bestigte Gliederkette haben.

203) Vorrichtungen, welche den Zweck haben, daß Wagen sich selbst von einander trennen oder während der Fahrt von einander abgelöst werden können, sind unstatthaft.

204) Die größte Breite der Personen- und Güterwagen soll 8′ 7″ im Kasten und 10′ in den Tritten und allen vorspringenden Theilen betragen.

205) Die Wagen sollen mit den höchsten Punkten ihres festen Oberbaues nicht mehr als 12′ 4″ über den Schienen hoch sein.

206) Bei Wagen, auf welchen sich ein Schaffnersitz befindet, darf dessen Trittbrett nicht mehr als 9′ Höhe über den Schienen betragen.

207) Der kleinste lichte Raum zwischen den Rücklehnen zweier einander gegenüber befindlichen Sitze in Personenwagen soll 4′ 6″ betragen. Die Sitze selbst sollen bis zur Rücklehne 1′ 6″ tief sein.

208) Bei achträdrigen Wagen ist Vorsorge zu treffen, daß ein Drehen der Untergestelle um den Zapfen während der Fahrt nicht weiter stattfinden kann, als für die schärfsten Kurven unerläßlich nothwendig ist.

V. Signalwesen.

Electromagnetischer Telegraph.

209) Jede Eisenbahn, sie mag ein- oder zweispurig sein, muß einen electromagnetischen Telegraphen haben.

Optische Telegraphen.

210) Optische Telegraphen für durchgehende Signale sind möglichst bald zu beseitigen.

211) Für die Bezeichnung des lokalen Zustandes der Bahn sind die optischen Signale beizubehalten.

Signale.

212) Die nothwendigsten Signale sind:
Signale auf der Bahn.
Signale zwischen dem Bahnpersonal und dem Zugpersonal.
Signale zwischen dem Zugpersonal.

213) Auf der Bahn sind folgende Signale zu geben:
Ein Zug ist von einer Station zur andern abgegangen.
Der Zug geht nicht ab.
Eine Hülfsmaschine soll kommen.
Der Zug soll langsam fahren.
Der Zug soll halten.

214) Jede Ausweichung soll mit einer Einrichtung versehen sein, durch welche vom Locomotivführer die Stellung der Weiche bei Tag und bei Nacht erkannt werden kann.

Neben den Weichen außerhalb der Bahnhöfe und neben Zugbrücken sollen solche Zeichen gegeben werden, daß der richtige Stand in einer Entfernung von mindestens 1000′ zu erkennen ist.

215) Die Stellung der Ausgußröhre bei Wasserkrahnen muß im Dunkeln kenntlich gemacht werden.

216) Vom Zug aus müssen folgende Signale gegeben werden:
Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt nach.
Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt in entgegengesetzter Richtung.

217) Vom Zugpersonale finden folgende Signale statt.

Vom Locomotivführer:

Das Signal „Achtung."
" " „Bremsen anziehen."
" " „Bremsen loslassen."

Vom Zugführer:

" " „Langsamfahren."
" " „Halten."

Signalmittel.

218) Zu optischen Nachtsignalen dürfen nur die Farben weiß, roth und grün angewendet werden, und zwar in solchen Entfernungen, daß sie gut erkannt werden können.

219) Der Locomotivführer gibt die Signale mit der Dampfpfeife.

220) Bei allen Wagenzügen soll der Zugführer und wenigstens ein Bremser, welcher nicht im vorderen Theile des Zuges seinen Platz hat, eine Verbindung mittelst Zugleine mit dem Locomotivführer haben, welche nach der Dampfpfeife oder nach einer Weckervorrichtung führt. Alle Bremser sind außerdem mit stark tönenden Signalpfeifen zu versehen.

221) Bei Doppelbahnen sind die optischen Fahrsignale so zu geben, daß an den Stellen, wo die Züge an einander vorbeifahren, die Signale gewechselt werden.

222) Ist ein Extrazug oder eine Locomotive vom vorhergehenden Zug durch ein Signal angezeigt, so muß der Zugführer solches außerdem noch mündlich oder schriftlich den Vorstehern der Bahnhöfe, welche er mit dem anzeigenden Zuge passirt, melden.

VI. Sicherheitspolizeiliche Anordnungen.

Die vom technischen Standpunkte erforderlichen Sicherheitsmaßregeln betreffen:

1) Den Zustand der Bahn,
2) den Zustand der Betriebsmittel,
3) die Handhabung des Fahrdienstes.

Es ist bei den nachfolgenden Vorschriften von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Anlage der Bahn und ihre Einrichtung den vorstehenden Abschnitten entsprechen und also den Anforderungen der Sicherheit genügen, so daß es sich hier vorzugsweise um deren unausgesetzte Erhaltung im normalen Zustande und um die Mittel zur Erkennung desselben handelt.

Zustand der Bahn.

1) Weichen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie nicht richtig gestellt sind, die Züge aus den Geleisen kommen können, sind unzuläßig. Es sind Vorkehrungen zu treffen, daß der richtige Stand der Weichen, welche nicht zu Bahnhöfen gehören, in einer Entfernung von 1000′ zu erkennen ist. Solche Weichen müssen, so lange sie nicht bewacht sind, verschlossen gehalten werden.
2) Versenkte Bahnen und Drehscheiben dürfen in den Hauptgeleisen für durchgehende Züge nicht angelegt werden.
3) Schutz- und Streichschienen. Außer bei Wegübergängen und in Bahnhöfen ist die Anbringung von Streichschienen untersagt.
4) Einfriedigungen müssen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbewachung nicht ausreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten.

   Die Wegübergänge in gleicher Ebene mit der Bahn sind mit starken, leicht sichtbaren Barrièren in mindestens 12′ Entfernung von der Mitte des nächsten Bahngeleises zu versehen. Zwischen der Eisenbahn und Wegen, welche unmittelbar neben derselben in gleicher Ebene und höher liegen, sind Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Steinaufwurf sind als solche anzusehen.
5) Sicherheitsstreifen. In Wäldern soll auf jeder Seite des Planums ein Raum von 70′ bei Nadelholz und von 48′ bei Laubholz von solchen Holzbeständen freigehalten werden, welche beim Umbruch das Bahngeleis erreichen können.
6) Erleuchtung. Im Dunkeln sollen, so lange die Barrièren geschlossen sind, die Uebergänge von Chausséen und stark befahrenen Communalwegen erleuchtet sein. Auf den Bahnhöfen sind ½ Stunde vor und bis nach erfolgtem Abgange der Züge die Perrons und Anfahrten an den Stationen zu erleuchten.
7) Freihalten der Fahrbreite. Von der Mittellinie jedes Geleises aus gerechnet, muß das Planum der Bahn auf 5½′ Breite von allen Erhebungen, Materialien, Geräthen ꝛc. freigehalten werden, deren Oberfläche nicht mehr als 1′ über die Schienen erhöht ist. Alle höhern Gegenstände müssen 6′ 7″ entfernt gehalten und festgelagert werden.

8) Bewachung der Bahn. Die Uebergangsbarrièren sind 5 Minuten vor Ankunft des Zuges zu verschließen. Ausnahmen sind nur in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe gestattet. 10 Minuten vorher dürfen Viehheerden nicht mehr über die Bahn getrieben werden.

9) Revision der Bahn. Vor dem ersten Zuge muß die Bahn von dem Wärter begangen und nachgesehen werden, um zu ermitteln, ob sie sich im normalen Zustande befindet. Während des Tages ist die Bahn mindestens dreimal, und außerdem vor jedem Nachtzuge einmal zu revidiren. Bei dieser Revision ist insbesondere auf die Dienstfähigkeit der Weichen zu achten.

10) Abtheilungszeichen. Die Bahn ist mit Abtheilungszeichen zu versehen, welche ganze und $^1/_{100}$ landesübliche Meilen anzeigen.

11) Neigungszeichen. Auf den Punkten, an welchen das Bahngefälle wechselt, sollen Neigungszeichen aufgestellt werden, welche den Grad des Steigens und Fallens nach beiden Seiten und die Länge der betreffenden Strecke angeben.

12) Markirpfähle. Zwischen den zusammenlaufenden Schienensträngen ist ein Markirpfahl aufzustellen, welcher die Grenze andeutet, wie weit in jedem Bahnstrange Wagen vorgeschoben werden können, ohne den Durchgang der andern zu behindern.

13) Feste Signalvorrichtungen. Es müssen dem ankommenden Zuge in Entfernung von mindestens 1000′ Zeichen gegeben werden können, daß derselbe langsam fahren oder halten soll.

Auf den Wärterstationen sind solche Zeichen anzubringen, welche anzeigen, daß ein Zug und von welcher Seite er erwartet wird.

Es sind solche Einrichtungen zu treffen, daß den Wärtern die Ankunft der Züge mindestens 5 Minuten vorher bekannt wird.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, daß von jedem Wärterstande aus mittelst des electrischen Telegraphen eine Hülfsmaschine vom nächsten Bahnhofe verlangt werden kann.

14) Bezeichnungen der Stationen. Am Empfangsgebäude jeder Station ist der Namen derselben mit großer Schrift so anzubringen, daß er vom Zuge aus zu erkennen ist.

15) Stationsuhren. Jede Station muß eine Uhr erhalten, welche nach der mittleren Zeit des Orts gestellt ist und auf den größern Bahnhöfen von den Zügen aus sichtbar und im Dunkeln erleuchtet sein muß.

16) Controlezeichen. Zur Controle der von dem betreffenden Bahnwärter oder Nachtwächter vorgenommenen Revision der Bahn und der Bahnhöfe sollen entsprechende Vorrichtungen angebracht werden.

17) Lademaß. Zur Prüfung des Maßes der Ladung offener Güterwagen mit Bezug auf den Durchgang derselben unter Brücken, durch Tunnels und an festen Punkten vorbei, soll auf jedem Güterbahnhof eine Vorrichtung zur Prüfung des eingehaltenen Maßes angebracht werden.

Zustand der Betriebsmittel.

18) Prüfung der Locomotiven. Locomotiven dürfen erst in Betrieb gesetzt werden, nachdem sie einer technisch-polizeilichen Prüfung unterworfen und als gut befunden sind.

Der bei der Revision als zuläßig erkannte Dampfdruck ist am Stand des Locomotivführers sichtbar zu bezeichnen.

In jedem Locomotiveschuppen der Hauptstationen ist ein offenes Quecksilber-Manometer so anzubringen, daß der Dampfraum geheizter Locomotiven durch ein kurzes Ansatzrohr damit in Verbindung gebracht werden kann, um die Richtigkeit der Federwaagen und Manometer an den Maschinen zu prüfen.

19) Kesselproben. Bei der technisch-polizeilichen Prüfung neuer Locomotiven und nachdem dieselben zum ersten Male 10000 und später jedesmal 5400 Meilen zurückgelegt haben, ist der Dampfkessel mittelst der hydraulischen Presse mit heißem Wasser auf das $1^1/_2$fache des zuläßigen Ueberdrucks zu probiren. Kessel, welche bei dieser Probe ihre Form ändern, dürfen in diesem Zustande nicht wieder in den Dienst genommen werden.

Mit dieser Revision ist eine gründliche Prüfung aller andern Maschinentheile zu verbinden, und ist über den Befund ausführlich Register zu führen. Hauptreparaturen an den Locomotiven, mit welchen ein Auseinandernehmen der bewegten Theile und eine Kesselprobe verbunden ist, werden als eine Revision gerechnet.

20) Sicherheitsventile. Jede Locomotive muß wenigstens mit 2 Sicherheitsventilen versehen sein, von welchen das eine so eingerichtet ist, daß die Belastung desselben nicht über das bestimmte Maß gesteigert werden kann.

Die Belastung der Federwaage muß so eingerichtet sein, daß den Ventilen eine verticale Bewegung von $^1/_8$″ möglich ist.

21) Wasserstand und Dampfspannung. Die Höhe des Wasserstands und die Spannung des Dampfes im Locomotivkessel muß vom Stande des Führers ohne Anstellung besonderer Proben fortwährend erkennbar sein.

22) Verhinderung des Feuerwerfens. Die Feuerkasten sind mit dicht anschließenden, vorn mit einer Zugklappe zu öffnenden Aschkasten und die Rauchkammer oder Schornstein mit solcher Vorrichtung zu versehen, durch welche das Ausstreuen zündender Kohlen verhindert wird. Nur unter dieser Bedingung ist vom feuersicheren Umbau der neben der Eisenbahn liegenden Gebäude Abstand zu nehmen.

23) Wasserpumpen. Mit jeder Locomotive muß eine Druckpumpe verbunden sein, durch welche beim Stillstande in Dampf stehender Locomotiven der Wasserstand im Kessel auf der normalen Höhe erhalten werden kann.

24) Bahnräumer und Dampfpfeife. Jede Locomotive soll mit Bahnräumern und mit einer vom Stande des Führers zugänglichen Dampfpfeife versehen sein.

25) Triebräder ohne Spurkränze sollen ferner nicht zugelassen werden.

26) Tenderbremse. Die Tender müssen mit kräftigen Bremsen versehen sein, welche alle 3 Achsen zum Stillstande zu bringen geeignet sind.

27) Beschaffenheit der Räder. Alle Räder, welche im Locomotivzuge gehen, müssen schmiedeiserne Radreifen haben. Die Stärke derselben muß bei Locomotiven und Tendern mindestens $^7/_8$″ haben, bei Wagen mindestens $^3/_4$″.

28) Alle in fahrplanmäßigen Zügen gehende Wagen sollen auf Federn ruhen und auf beiden Seiten mit Puffern versehen sein. Bei sechs- und achträdrigen Wagen müssen die Puffer- und Zughacken auf beiden Seiten elastisch sein. Bei vierrädrigen Güterwagen muß dieses wenigstens auf einer Seite der Fall sein.

29) Sicherheitsketten müssen auf beiden Seiten aller Wagen angebracht werden. Dieselben dürfen nur so lang sein, daß sie an beladenen Wagen beim freien Herabhängen noch 2″ über der Oberfläche der Schienen bleiben.

30) Schmier-Vorrichtungen. Sämmtliche Wagen müssen mit solchen Vorrichtungen zum Schmieren der Achsen versehen sein, bei welchen die Wirksamkeit derselben immer zu erkennen ist, und welche leicht zugänglich sind.

31) Bremsen. In jedem Zuge müssen, außer den Bremsen am Tender, so viel kräftig wirkende Bremsvorrichtungen angebracht sein, daß bei Steigungen der Bahn in längeren Strecken

bis	einschl.	1:300	bei Personenz.	der	6te,	bei Güterz.	der	8te	Theil	der	Räderpaare
„	„	1:200	„	„	„ 5te	„	„	„ 7te	„	„	„
„	„	1:100	„	„	„ 4te	„	„	„ 6te	„	„	„
„	„	1:60	„	„	„ 3te	„	„	„ 5te	„	„	„
„	„	1:40	„	„	„ 2te	„	„	„ 4te	„	„	„

gebremst werden kann.

Gemischte Züge, welche mit der Geschwindigkeit der Personenzüge fahren, sind als solche zu behandeln.

Als eine kräftige Bremsvorrichtung ist eine solche zu betrachten, durch welche die Räder eines vollbeladenen Wagens festgestellt werden können.

32) Verschluß der Personenwagen. Die Thüren an Personenwagen dürfen nur von außen geöffnet werden können, wenn dieselben sich an den Langseiten der Wagen befinden. Jede dieser Thüren ist mit einem doppelten Verschluß, worunter wenigstens ein Vorreiber, zu versehen.

33) Bedeckung der Güterwagen. Alle mit leicht feuerfangenden Gegenständen beladene Güterwagen müssen mit einer sichern Bedeckung versehen sein.

34) Erleuchtung der Wagen. Die Personenwagen sind im Dunkeln während der Fahrt angemessen im Innern zu erleuchten. Diese Anordnung findet auch auf Tunnels, zu deren Durchfahrung 3 Minuten

gebraucht werden, Anwendung. Alle Wagen sind mit solchen Vorrichtungen zu versehen, daß sie auch von außen erleuchtet und Signallaternen angebracht werden können.

25) Revision der Wagen. Sämmtliche Wagen sind einer periodischen Revision zu unterwerfen, bei welcher die Achsen, Lager und Federn abgenommen werden müssen.

36) Bezeichnung der Wagen. Jeder Wagen muß Bezeichnungen erhalten, aus welchen zu ersehen ist:
   a) Der Name der Eisenbahn, zu welcher er gehört,
   b) die Ordnungsnummer, unter welcher er in den Werkstätten und Revisionsregistern geführt wird,
   c) das eigene Gewicht, incl. Achsen und Räder,
   d) die größte Ladung, mit welcher er belastet werden darf.

37) Hülfswerkzeuge. In jedem Zuge sollen diejenigen Geräthschaften vorhanden sein, vermittelst welchen während der Fahrt vorkommende Brüche und andere Unfälle beseitigt und die Weiterfahrt des Zugs gesichert werden kann.

Handhabung des Fahrdienstes.

38) Länge der Züge. Mehr als 200 Achsen sollen in keinem Eisenbahnzuge gehen.

39) Bremsen. Bei Bildung der Züge wird die im §. 31 angegebene Anzahl von Bremsen dergestalt eingestellt, daß hinter der letzten Bremse nicht mehr Achsen gehen, als nach Maßgabe des Gefälles für eine Bremse bestimmt ist.

40) Ordnung der Wagen. Zwischen der Maschine und dem ersten Personenwagen soll wenigstens 1 Wagen ohne Passagiere eingeschaltet werden. Bei gemischten Zügen sollen die Personenwagen hinter den beladenen Güterwagen gehen. Equipagen und leere Wagen finden ihren Platz im hintern Theile des Zugs. Langholz darf nie mit Personen in demselben Zuge befördert werden.

41) Stellung der Wagen. In den Personen- und in den gemischten Zügen müssen die Zughacken so weit zusammengezogen sein, daß die Federpuffer sich berühren.

Schneepflüge, oder Wagen zum Brechen des Glatteises, dürfen nicht vor die Locomotiven fahrplanmäßiger Züge gestellt werden. Wo das Bedürfniß eintritt, werden diese Schneepflüge oder Wagen mit einer besondern Maschine dem Zuge in entsprechender Entfernung vorausgeschickt. Fest mit der Locomotive verbundene Schneepflüge, welche nicht auf besondern Rädern gehen, sind auch vor dem Zuge zuläßig.

42) Revision der Züge vor der Abfahrt. Bevor ein Zug die Station verläßt, ist derselbe sorgfältig zu revidiren, und besonders darauf zu achten, daß die Wagen regelmäßig zusammengekuppelt, die Sicherheitsketten vorschriftsmäßig eingehangen, die Verbindung zwischen den

Schaffnersitzen und der Dampfpfeife hergestellt, die Wagen gleichmäßig belastet, die nöthigen Fahrsignale und Laternen angebracht, die Bremsen richtig vertheilt und die Wagen ebenso in ihrer Stellung geordnet sind.

43) Revision der Bahnstränge und Weichen. Vor der Abfahrt sowie vor der Ankunft eines Zugs ist genau nachzusehen, ob die Bahnstränge, welche derselbe zu durchlaufen hat, frei sind und ob die betreffenden Weichen richtig gestellt sind. Bei zweigeleisigen Bahnen wird außer den Bahnhöfen ausschließlich das rechtseitige Geleise befahren.

44) Bedingungen der Abfahrt. Kein Zug darf vor der im Fahrplane angegebenen Zeit von einer Station abfahren.

Die Abfahrt darf nicht erfolgen, bevor alle Wagenthüren geschlossen sind, und das für die Abfahrt bestimmte Signal gegeben ist.

Wenn mehrere Züge nach einander von einer Station nach derselben Richtung abfahren, so dürfen Personenzüge und Güterzüge erst 10 Minuten, Güterzüge den Personenzügen erst 5 Minuten nach der Abfahrt des vorangehenden Zuges folgen. An solchen Zügen, welchen andere nachfolgen, ist dieses zu signalisiren. Nähern sich die Züge auf kürzere Zeiträume als 5 Minuten, so muß dieses vom Bahnwärter durch das Signal zum Langsamfahren dem folgenden Zuge kund gegeben werden. Die Locomotive- und Zugführer, sowie die Bahnwärter, müssen daher mit richtig gehenden Uhren versehen sein.

45) Fahrgeschwindigkeit. Die für jede Bahn festgesetzte Fahrgeschwindigkeit darf nicht überschritten werden.

Langsamer muß gefahren werden:

a) Wenn Menschen, Thiere oder andere Hindernisse auf der Bahn bemerkt werden;
b) wenn ein anderer Zug in einem Nebengeleise hält;
c) wenn das Langsamfahren vom Wärter signalisirt wird;
d) bei starkem Nebel und Schneegestöber, und überhaupt, wenn die Signale nicht deutlich zu erkennen sind.

Bei der Einfahrt in die Station, aus Haupt- und Zweigbahnen und umgekehrt, sowie überhaupt bei dem Uebergange aus einem Geleise in das andere, muß so langsam gefahren werden, daß der Zug auf eine Länge von 300′ zum Stillstand gebracht werden kann.

46) Das Schieben der Züge ist untersagt, wenn sich keine führende Maschine an der Spitze des Zugs befindet.

Für langsame Rückwärtsbewegungen des Zugs in Nothfällen oder auf den Bahnhöfen findet diese Bestimmung keine Anwendung, wenn die Geschwindigkeit 15′ in der Secunde nicht übersteigt. Bei Zügen mit Maschinen an der Spitze ist das Nachschieben nur zuläßig:

a) Beim Ersteigen einzelner stark geneigter Bahnstrecken,
b) zur Ingangbringung der Züge auf den Stationen.

In diesen Fällen darf aber höchstens mit der halben zuläßigen Geschwindigkeit gefahren werden.

47) Die Fahrt der Locomotiven mit dem Tender vorn ist bei fahrplanmäßigen Zügen mit Personenbeförderung nur gestattet, wenn eine Hülfslocomotive einem Zuge entgegengeht, oder auf stark geneigten Ebenen die Maschine sich unten befindet. Dieselbe darf sich dem Zuge nicht vorlegen, bevor derselbe zum Stillstande gekommen ist.

Bei Arbeitszügen und auf den Bahnhöfen ist das langsame Fahren, mit dem Tender voran, gestattet.

48) Verhalten der Locomotiven auf den Bahnhöfen. Bei Locomotiven soll, so lange sie vor dem Zuge halten oder auf den Bahnhöfen in Ruhe stehen, der Regulator geschlossen und die Steuerung in Ruhe gestellt, auch die Tenderbremsen angezogen sein. Die Locomotive muß dabei immer unter Aufsicht stehen.

49) Begleitepersonal. Das Begleitepersonal des Zuges darf während der Fahrt nur einem Beamten untergeordnet sein. Dasselbe muß so vertheilt sein, daß es alle Theile des Zugs übersehen und zwischen demselben und dem Locomotivführer eine sichere Communikation stattfinden kann. Jeder Zug soll von den erforderlichen Schmierern begleitet werden, welche bei jedem Stillstande die Schmierbüchsen nachsehen und das Schmieren ergänzen.

50) Aufsichtspersonal. Die Bahnwärter müssen beim Vorbeifahren der Züge dieselben beobachten, um bei einer Unregelmäßigkeit das Zeichen zum Halten zu geben.

51) Mittel zur Beaufsichtigung und Communikation. Im Dunkeln muß jeder Zug von Außen so weit erleuchtet sein, daß es zu erkennen ist, wenn ein Theil desselben sich abtrennt. Zu diesem Zwecke ist an dem letzten Wagen an jeder Seite eine Laterne so anzubringen, daß sie vor- und rückwärts sowohl von der Bahn als vom Zuge aus gesehen werden kann. So lange nicht ein sicheres Mittel zur Communikation des Zugbegleitungspersonals mit dem Locomotivführer erfunden ist, soll dieselbe durch eine bei Personenzügen über die ganze Zuglänge, bei gemischten und Güterzügen mindestens bis zum ersten Bremser hinter dem Zugführer gehenden Zugleine vermittelt werden. Es sind deßhalb in der Regel die bedeckten Wagen vor die unbedeckten zu stellen.

52) Extrazüge sind nur zu gestatten, wenn damit der Gang der fahrplanmäßigen Züge nicht gestört und allen Stationen und Wärtern die Benachrichtigung davon zugekommen ist.

53) Arbeitszüge und einzelne Locomotiven dürfen, mit Ausnahme von Hülfsmaschinen, nur auf bestimmte Anordnung der obern Betriebsverwaltung und in fest abgegrenzten Zeiträumen auf der Bahn fahren. Es müssen solche Anordnungen getroffen sein, daß die Bewegung solcher Züge oder Maschinen mindestens den Vorstehern der beiden begrenzenden Stationen bekannt ist.

Mindestens eine Viertelstunde vor den fahrplanmäßigen Zügen muß

das betreffende Bahngeleise von Arbeitszügen, Locomotiven und einzelnen Wagen geräumt sein.

Arbeitszüge und einzelne Locomotiven werden gleich den fahrplanmäßigen Zügen signalisirt.

54) Hülfs- oder Reservelocomotiven sollen in Entfernungen von nicht über 12 Meilen aufgestellt und in Dampf gehalten werden.

Auf den Stationen, wo solche Maschinen stehen, sollen sich auch solche Geräthschaften befinden, welche zu Freimachung und Herstellung des Geleises erforderlich sind, wenn ein Zug oder eine Maschine aus den Schienen gekommen ist.

55) Fahren auf der Locomotive. Ohne Erlaubniß des Betriebsvorstehers darf außer den Bau- und Bahnmeistern Niemand auf der Locomotive mitfahren.

56) Prüfung der Locomotivführer. Die Führung der Locomotiven darf nur solchen Führern übertragen werden, welche wenigstens 1 Jahr lang in einer mechanischen Werkstätte gearbeitet haben und nach mindestens einjähriger Lehrzeit durch eine von dem Maschinenmeister abzuhaltende Prüfung und durch Probefahrten ihre Befähigung nachgewiesen haben.

§. 4.

Tabelle der Baukosten verschiedener Eisenbahnen, Kanäle und Straßen auf die Lieue von 4 Kilometer.*)

Französische Bahnen.

Kleine Bahnen an oder in Bergwerken zu St. Etienne, Epinac u. s. w. (Gewicht von 1,00 M. Schienenlänge 7 bis 8 Kilgr.) 20000 bis 40000 Fr.

Bahn von Montron nach Montbrison, mit Einem Wege, längst der Landstraße mit Pferden betrieben	60000 „
Bahn von Denain, für den Dienst der Bergwerke an der Oberfläche, mit Einem Geleise mit Pferden getrieben	88000 „
Bahn mit Einem Wege von Epinac nach dem Canal du centre, mit Pferden und stehenden Maschinen betrieben	228000 „
Bahn mit Einem Geleise von St. Etienne nach Andrezieur, mit Pferden betrieben	400000 „
Bahn von Roanne nach St. Etienne, mit Einem Geleise, mit Locomotiven, Pferden und stehenden Maschinen betrieben, ungefähr	460000 „
Bahn von St. Etienne nach Lyon, auf einem sehr abwechselnden Terrain, mit zwei Wegen, mit Locomotiven und Pferden betrieben	1000000 „
Bahn von Basel nach Straßburg	1000000 „
Bahn von Rouen	1400000 „
Bahn von Orleans	1500000 „

*) Vademecum für den practischen Ingenieur. 1850.

Bahn von St. Germain	2500000 Fr.
Bahn von Versailles (rechtes Ufer)	3500000 „
Bahn von Versailles (linkes Ufer)	4000000 „

Englische Bahnen.

Bahnen in den Umgebungen von Newcastle zum Transport der Kohlen mit Einem Geleise	140000 „
Bahn von Preston nach Longridge, mit einem Geleise	240000 „
Bahn von Darlington, mit Einem Weg, zum Transport der Kohlen, mit Locomotiven von der Geschwindigkeit von 4 Lieues in der Stunde betrieben	328000 „
Bahn von Cromford nach Peakforest, mit Pferden und stehenden Maschinen betrieben, mit Einem Geleise	336000 „
Bahn von Newcastle nach Carlisle, mit Einem Geleise, England von Osten nach Westen durchziehend, mit Locomotiven von großer Geschwindigkeit betrieben	480000 „
Bahn von Leeds nach Selby, mit zwei Geleisen, mit Locomotiven von großer Geschwindigkeit betrieben	1000000 „
Bahn von Birmingham nach Liverpool, zum Transport der Reisenden, mit großer Geschwindigkeit	1500000 „
Bahn von Liverpool nach Manchester	2600000 „
Bahn von London nach Birmingham	3300000 „
Bahn von London nach Greenwich, auf Arkaden und großentheils im Innern von London	5300000 „
Bahn von Blackwall ganz im Innern der Stadt, mit stehenden Maschinen betrieben	12000000 „

Belgische und amerikanische Bahnen.

Belgische Bahnen, mittlerer Preis	500000 „
Bahnen der vereinigten Staaten, mittlerer Preis	250000 „

Kanäle.

Die englischen Kanäle, größtentheils von kleinem Querschnitt und nur Schiffe zu tragen fähig, deren Last selten 60 Tonnen übersteigt, haben im Mittel gekostet	580000 „
Die französischen Kanäle, in der Regel von großem Schnitt und Schiffe zu tragen fähig, welche 100 bis 150 Tonnen laden, haben im Mittel gekostet	500000 „
Kanal von Briare, von kleinem Schnitt	466000 „
Canal du centre, von mittlerem Schnitt, (die Schiffe laden 60 bis 80 Tonnen)	480000 „
Canal du Languedoc, von großem Schnitt	550000 „
Kanal von St. Quentin, von großem Schnitt	540000 „

Straßen.

Nicht gepflasterte Landstraßen (routes royales) . . . . . 150000 Fr.
Gepflasterte Landstraßen . . . . 250000 „

Perdonnet schließt aus diesen verschiedenen Preisen, daß sowohl in Frankreich als in England in Gegenden, wo man nach Belieben eine Eisenbahn oder einen Kanal bauen kann, der Bau einer Eisenbahn, die zum Transport der Waaren bestimmt ist, in der Regel nicht mehr kosten wird als der Bau eines Kanales.

Tabelle der Kosten der jährlichen Unterhaltung der Eisenbahnen, Kanäle und Straßen, auf die Lieue.

	Franken.
Englische Bahnen, mit Pferden betrieben, (Transit von 100000 Tonnen)	2000 bis 2500
Französische Bahnen, mit Pferden betrieben, (Transit von 100000 Tonnen)	1200 bis 1500
Bahn von Darlington (Transit 559000 Tonnen Bruttogewicht, dem Transporte von 260000 Tonnen Waaren entsprechend; Geschwindigkeit der Locomotive 4 bis 5 Lieues in der Stunde)	16000
Bahn von Liverpool (mittlere Geschwindigkeit 8 bis 9 Lieues in der Stunde; jährlicher Transit 525000 Tonnen Bruttogewicht)	23000
Bahn von St. Germain (mittlere Geschwindigkeit 8 bis 9 Lieues in der Stunde; jährliche Circulation 1500000 Reisende, einem Bruttogewicht von 500000 Tonnen entsprechend). Im ersten Monat	17000
In den folgenden Monaten	16000
Französische Kanäle	3000 bis 9000
Canal du centre (schlecht unterhalten)	3600
Kanal von Briare	6400
„ „ Languedoc	8400
Englische Kanäle	9000 bis 16000
Great-Junction-Kanal	16000
Kanal von Kenet und Avon	10400
Kanal von Leeds nach Liverpool	9200
Französische Gebirgsstraßen	800 bis 1000
Französische Landstraßen	2000
Englische Straßen	4000 bis 4500




Princeton University Library
32101 049474172